



K3

Pertambangan

Kajian Keselamatan dan
Kesehatan Kerja Sektor Pertambangan

Dr. Lalu Muhammad Saleh, SKM., M.Kes.
Dr. Atjo Wahyu, SKM., M.Kes.



K3 Pertambangan

Kajian Keselamatan dan Kesehatan Kerja Sektor Pertambangan

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

K3 Pertambangan

Kajian Keselamatan dan Kesehatan Kerja Sektor Pertambangan

Dr. Lalu Muhammad Saleh, SKM., M.Kes.

Dr. Atjo Wahyu, SKM., M.Kes.



**K3 PERTAMBANGAN
KAJIAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
SEKTOR PERTAMBANGAN**

**Lalu Muhammad Saleh
Atjo Wahyu**

Editor :
Iva Hardiyanti

Desain Cover :
Herlambang Rahmadhani

Sumber :
<https://www.pxhere.com>

Tata Letak :
Titis Yuliyanti

Proofreader :
Titis Yuliyanti

Ukuran :
xii, 221 hlm, Uk: 15.5x23 cm

ISBN :
978-623-02-0096-0

Cetakan Pertama :
September 2019

Hak Cipta 2019, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2019 by Deepublish Publisher
All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT DEEPUBLISH
(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)

Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

Jl.Rajawali, G. Elang 6, No 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman

Jl.Kaliurang Km.9,3 – Yogyakarta 55581

Telp/Faks: (0274) 4533427

Website: www.deepublish.co.id

www.penerbitdeepublish.com

E-mail: cs@deepublish.co.id

PRAKATA

Puji syukur kepada Allah Subhaanahu Wa Taala dan shalawat kepada Rasulullah Muhammad Shallallahu Alaihi Wassalam, Alhamdulillah buku ini dapat selesai sesuai dengan target yang telah direncanakan. Buku ini merupakan buku pertama penulis mengenai K3 Pertambangan, yang sebelumnya telah menerbitkan buku mengenai K3 Penerbangan, buku *Man Behind The Scene Aviation Safety*, dan *Occupational Safety and Health On Maritime*.

Penulis mencoba mengkaji terkait Keselamatan dan Kesehatan Kerja di bidang Pertambangan dari berbagai topik seperti: undang-undang tentang pertambangan, hazard dan risiko di lingkungan tambang, pengendalian terkait bahaya dan risiko, isu seputar pertambangan dan lain sebagainya sebagai pelengkap dalam buku ini.

Penjelasan pada buku ini lebih komprehensif dan banyak menggunakan buku, website resmi organisasi terkait tambang, dan jurnal *review* sebagai bahan rujukan. Aspek keselamatan dan kesehatan kerja masih jarang dibahas pada dunia pertambangan, padahal pertambangan memiliki peran penting dalam pembangunan perekonomian di sejumlah negara yang sudah tentu harus diatur sedemikian rupa agar keberlangsungannya dapat terjaga dengan turut memperhatikan segala aspek pendukungnya. Seperti pada perbaikan kualitas sumber daya manusia agar terhindar dari penyakit akibat kerja, kecelakaan kerja, dan berbagai risiko kesehatan kerja. Hal ini dikarenakan, jika pekerja mengalami sakit otomatis turut akan berdampak pada produktivitas perusahaan.

Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada setiap orang yang telah membantu penulis. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Iva Hardi Yanti, SKM., M.Kes., sebagai editor yang bersedia

membaca buku ini. Serta terkhusus bagi keluarga tercinta, yaitu orang tua dan mertua penulis, istri tercinta drg. Deilia Nirmisa, anak-anak penulis Lalu Ahmad Sarfaraz Saleh & Lalu Abdurrazak Ayman Saleh yang selalu memberikan dorongan sehingga penulisan dapat selesai dengan baik.

Demikian yang bisa kami sampaikan sebagai pembuka pada penulisan buku ini, jika ada kata dan tulisan yang tidak berkenan dan merupakan hal yang kurang tepat maka penulis meminta maaf dan diharapkan dapat memberikan masukan dan saran yang konstruktif untuk perbaikan penulisan kedepannya.

Hormat kami,
Wassalam

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 Pendahuluan.....	1
BAB 2 Dunia Pertambangan	6
A. Jenis Hasil Tambang	8
B. Gambaran Proses Kerja di Pertambangan.....	16
C. Unit Operasional Pertambangan.....	24
D. Desain <i>Workstation</i> dan Variabilitas Antropometri.....	27
E. Dampak Lingkungan dan Sosial Pertambangan.....	31
BAB 3 Undang-Undang Tentang Pertambangan.....	41
A. Amerika Serikat	44
B. Kanada	46
C. Afrika Selatan	47
D. Jerman	48
E. Jepang.....	49
F. Filipina	50
G. Cina.....	51
H. Indonesia.....	52
Bab 4 Hazard dan Risiko di Pertambangan.....	57
A. Debu dan Asap	58
B. Kebisingan	60

	C. Getaran	62
	D. Tekanan Panas/ <i>Heat Stress</i>	64
	E. Ergonomi	66
Bab 5	Hazard dan Risiko di Pertambangan MIGAS	70
	A. Keselamatan dan Bahaya Cedera	71
	B. Kesehatan dan Bahaya Penyakit	72
Bab 6	Pengendalian Hazard dan Risiko di Pertambangan.....	75
	A. Eliminasi.....	77
	B. Substitusi.....	78
	C. Perancangan	78
	D. Administrasi.....	78
	E. APD.....	79
Bab 7	Pengendalian Hazard dan Risiko di Pertambangan MIGAS	82
	A. Hierarki Kontrol	83
	B. Metode Lain Pencegahan dan Pengendalian Bahaya di Pertambangan MIGAS.....	84
Bab 8	Penyakit Akibat Kerja (Pak) di Pertambangan	89
	A. Silikosis	90
	B. Asbestosis	92
	C. <i>Chronic Obstructive Pulmonary Disease</i> (COPD).....	93
	D. <i>Hearing Loss (Noise)</i>	94
	E. Tuberculosis (TBC)	95
	F. Keracunan	96
	G. Dermatitis	97
	H. Stress.....	99
	I. MSDS	100
	J. Luka	101

Bab 9	<i>Human Error</i> di Pertambangan	102
	A. Kesalahan Manusia.....	103
	B. Mesin dan Manusia.....	110
	C. Lingkungan Tempat Kerja	115
	D. Kode, Aturan, dan Prosedur.....	118
	E. <i>Training</i> dan Kompetensi.....	126
	F. Tugas dan Tanggung Jawab Manajemen <i>Super Line/First Line</i>	132
	G. Sistem Manajemen Keselamatan/Organisasi dan Budaya Keselamatan	140
Bab 10	Manajemen di Pertambangan.....	151
	A. Membentuk Tujuan Kinerja Kesehatan dan Keselamatan.....	152
	B. Kewajiban Tugas.....	154
	C. Sertifikat Kompetensi.....	159
	D. Manajemen Risiko	164
	E. Model Pendekatan <i>Rapid Ranking Method</i> (RRM) dan <i>Fire Risk Assessment</i> (FRA).....	172
	F. Model Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan.....	184
	G. Mengukur Kinerja Kesehatan dan Keselamatan.....	188
Bab 11	Isu Dunia Pertambangan	193
Bab 12	P3K di Pertambangan	204
	A. Langkah-Langkah untuk Perawatan Darurat	206
	B. Saran Dasar Pertolongan Pertama di Tempat Kerja.....	209
	DAFTAR PUSTAKA.....	212
	PROFIL PENULIS.....	221

DAFTAR GAMBAR

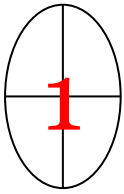
Gambar.1	Suasana tambang bawah tanah PT. Freeport Indonesia	1
Gambar.2	Tampak hasil bumi (minyak dan gas) di bawah tanah	6
Gambar.3	Proses tambang minyak bumi	8
Gambar.4	Batubara.....	9
Gambar.5	Bijih besi	10
Gambar.6	Emas	10
Gambar.7	Tembaga.....	11
Gambar.8	Berlian	12
Gambar.9	Nikel	13
Gambar.10	Timbal	14
Gambar.11	Batu gamping/kapur	14
Gambar.12	Bauksit.....	15
Gambar.13	Skema proses penambangan (<i>open-pit</i>).....	16
Gambar.14	Keadilan hukum negara	41
Gambar.15	Proses pertambangan di permukaan	57
Gambar.16	Pengubah eksposur getaran.....	64
Gambar.17	Proses pertambangan migas (Indonesia)	70
Gambar.18	Tampak lingkungan tambang PT. Freeport Indonesia	75
Gambar.19	<i>Hierarchy of controls</i>	77
Gambar.20	Fraksi-fraksi minyak bumi.....	82
Gambar.21	Aktivitas pekerja tambang di bawah tanah	89
Gambar.22	Alat pengeboran minyak terbakar dan ambruk di Teluk Meksiko.....	102
Gambar.23	Kerangka inferensi yang mempengaruhi kesalahan manusia	109
Gambar.24	Operator <i>drill-loader</i> yang dirancang ulang.....	111

Gambar.25	Gambaran terkait desain ergonomik mesin-manusia	112
Gambar.26	Proses penambangan yang tetap terpantau dengan pekerja di ruang khusus.....	151
Gambar.27	Proses manajemen risiko	165
Gambar.28	Usulan proses penilaian risiko di pertambangan.....	168
Gambar.29	Prosedur diadopsi untuk identifikasi bahaya	170
Gambar.30	Rincian proses yang diadopsi untuk estimasi risiko.....	171
Gambar.31	Metode peringkat cepat untuk estimasi tingkat risiko	173
Gambar.32	Usulan pendekatan FRA untuk penilaian tingkat risiko	176
Gambar.33	Model fundamental sistem manajemen kesehatan dan keselamatan.....	184
Gambar.34	Model sederhana hasil bergantung pada budaya dan sistem.....	189
Gambar.35	Penambangan bawah tanah menggunakan mesin canggih-inovatif.....	193
Gambar.36	Penambang menikmati istirahat makan siang di ruang boks darurat di salah satu tambang bawah tanah Illawarra Coal di Australia	204
Gambar.37	Posisi kepala agar memberikan jalan.....	207
Gambar.38	Korban yang terluka dimiringkan ke satu sisi sehingga muntah tidak akan masuk ke paru-paru	207
Gambar.39	Cara membuka jalan napas	209
Gambar.40	Mendengarkan napas	209

DAFTAR TABEL

Tabel.1	Regulasi pada Pertambangan.....	42
Tabel.2	Hukum Pertambangan di Cina.....	51
Tabel.3	Bahaya Cedera di Pertambangan Migas.....	71
Tabel.4	Bahaya Penyakit di Pertambangan Migas.....	72
Tabel.5	Hierarki Kontrol di Pertambangan Minyak dan Gas.....	83
Tabel.6	Jenis Batu dan Kandungan Debu Silika.....	91
Tabel.7	Contoh Alternatif Kata-Kata Sederhana.....	121
Tabel.8	Yardstick for Level of Exposure.....	174
Tabel.9	Yardstick for Consequences.....	175
Tabel.10	Yardstick for Probability.....	175
Tabel.11	Risk scores and Associated Risk Levels.....	176
Tabel.12	Frekuensi Kejadian/Probabilitas Kecelakaan (FO).....	178
Tabel.13	Konsekuensi Keparahan (CS).....	178
Tabel.14	Tingkat Paparan (E).....	179
Tabel.15	Tingkat Risiko (RL).....	179
Tabel.16	Perbandingan Sistem Reklamasi.....	201

BAB



PENDAHULUAN



Gambar.1 Suasana tambang bawah tanah PT. Freeport Indonesia

Source: <https://assets-a2.kompasiana.com/items/album/2015/09/09/jepretan-layar-2015-09-09-pada-11-45-46-55efbad3c4afdbc2058d79f6.png?t=0&v=760>

Modal tertentu, hasil maksimal atau modal minimal, hasil tertentu. Prinsip ekonomi tersebut dapat menggambarkan keuntungan yang mungkin akan diperoleh para pebisnis di bidang pertambangan. Dunia pertambangan memiliki daya tarik tersendiri bagi para kalangan pebisnis, mereka hanya perlu menyediakan sarana dan prasarana selengkap-lengkapnyanya, merekrut pekerja semaksimal mungkin, melakukan prospeksi, eksplorasi, penambangan, pengolahan, hingga pemasaran pada hasil bumi yang memiliki nilai jual yang tinggi.

Hasil pengolahan pertambangan pada dasarnya menghasilkan produk yang sangat bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari, seperti minyak dan gas yang digunakan sebagai bahan bakar pada kendaraan dan pembangkit listrik, tembaga dalam pembuatan pipa air, bauksit pada pembuatan peralatan dapur, emas sebagai perhiasan dan lain sebagainya yang akan dijelaskan pada BAB II.

Menurut keanggotaan *World Bank Group Mining Department, Washington, D.C., United States of America*, pertambangan telah memiliki peran penting dalam pembangunan perekonomian di sejumlah negara. Saat ini, Negara berkembang merupakan penghasil utama dalam produksi dan ketersediaan komoditas penting seperti tembaga (70%), bauksit (40%), bijih besi, dan logam mulia. Dampak positif di sektor pertambangan juga dapat dilihat dari segi kesempatan kerja dan pendapatan, penambangan berskala komersial memberikan kesempatan kerja dan transfer keahlian pada lebih dari 2 juta pekerja.

Studi yang telah dilaksanakan terkait dampak ekonomi dan sosial pertambangan di masyarakat wilayah Chile, Peru, Bolivia, Papua Nugini dan Mali menunjukkan, terdapat manfaat sosial dan ekonomi yang besar bagi masyarakat setempat khususnya pada pertumbuhan kegiatan usaha mikro di sekitar wilayah kerja tambang. Namun, segala bentuk hal yang positif terdapat pula hal lain yang turut melengkapi isu-isu kontroversial seperti masalah keuangan, keberlanjutan ekologis dan keadilan sosial, terlebih pada kesejahteraan para pekerja yang mencakup keselamatan dan kesehatan kerja (Walser 2000).

Sejumlah insiden kecelakaan di wilayah pertambangan telah dilaporkan pada beberapa Negara, pada tahun 1869 tambang Avondale di Plymouth-Pennsylvania tercatat, terjadi insiden kebakaran yang mengakibatkan 110 penambang menjadi korban. Tahun 1883, tiba-tiba terjadi aliran air deras ke tambang dekat Braidwood dan menenggelamkan 69 penambang. Kemudian kecelakaan terjadi pula di Monongah, West Virginia berupa ledakan

pertambangan pada tahun 1907 yang menewaskan 362 penambang. Jika diakumulasikan, antara tahun 1839 dan 1914 diperkirakan lebih dari 61.000 penambang tewas di tempat kerja (Tabak, 2009).

Menurut Dhillon (2010), setiap tahun ribuan orang terbunuh dan terluka di sektor pertambangan di seluruh dunia. Namun, terdapat laporan di beberapa negara terkait bahwa korban kecelakaan akibat aktivitas kerja di sektor pertambangan mengalami penurunan. Akan tetapi masih memiliki kendala tersendiri dalam meminimalisir tingkat kejadian yang tidak diinginkan jika dibandingkan dengan kasus lainnya. Seperti halnya laporan kejadian di Amerika Serikat, kecelakaan akibat kerja di sektor penambangan mengalami penurunan sejak tahun 1910 hingga 2004 yakni berkisar lebih dari 3.000 per tahun, tetapi perlu menjadi perhatian risiko terbunuh di tempat kerja pada sektor pertambangan di wilayah Amerika masih sekitar enam kali lebih besar daripada sektor industri umum dan risiko cedera dua kali lipat dari sektor industri lainnya (Dhillon, 2010).

Cina sebagai negara industri pertambangan terbesar di dunia yang menyumbang 40% produksi batu bara secara global, ternyata turut menyumbang atas 80% kematian pada pekerja pertambangan setiap tahunnya atau diestimasikan sekitar 3.000 korban tewas setiap tahunnya. Sebuah tambang batubara di wilayah Donetsk Timur Ukraina pada tahun 2007 melaporkan bahwa telah terjadi kecelakaan berupa runtuhnya atap tambang akibat meledaknya gas metana di tambang bawah tanah sehingga menyebabkan lebih dari 100 penambang meninggal dunia. Tambang kecil yang terletak di Cili pun dipandang sebagai wilayah tambang paling berbahaya, dimana sekitar 34 orang meninggal setiap tahunnya akibat aktivitas tambang (Olivia Lang, 2010).

Selain itu, penelitian yang dilaksanakan Lu (2012) pada pekerja wanita di sektor pertambangan skala kecil di banyak negara berkembang seperti: Filipina, Papua Nugini, Bolivia, Kolombia, Indonesia, Mali, dan Zimbabwe membuktikan, pekerja perempuan di

sektor pertambangan tengah menghadapi banyak masalah seperti beban kerja ganda atas tanggung jawab di lingkungan kerja, terpapar bahan kimiawi sianida atau merkuri ketika mengekstrak emas, debu dari mineral mangan, serta penyakit pernafasan dan sistemik dari paparan beberapa zat kimia beracun. Serta dikaitkan pula dimana perempuan bekerja lebih lama dan tidak memiliki *social safety net*. Olehnya segala bentuk keselamatan atas pekerja perempuan turut wajib diperhatikan karena dampaknya turut berpengaruh atas perusahaan serta stabilitas secara keseluruhan mengingat beragam peran dan fungsi yang diambil perempuan di ranah publik dan swasta.

Indonesia sebagai Negara yang memiliki wilayah pertambangan di beberapa daerah yakni batu bara di Kalimantan, tambang emas di Papua, tambang pasir di Bangka Belitung dan sebagainya. Turut menyumbang angka kecelakaan akibat kerja di sektor pertambangan. Jaminan Sosial Tenaga Kerja menyatakan, pada tahun 2012 setiap hari sedikitnya ada 9 pekerja meninggal dunia akibat kecelakaan kerja, dan sebagai gambaran masih minimnya penerapan keselamatan dan kesehatan kerja di tempat kerja dapat dilihat dari adanya 32 kasus kematian pekerja di sektor tambang Sawah Lunto-Sumatera Barat (Suryanto, 2013).

Tahun 2016, BPJS Ketenagakerjaan melaporkan angka kecelakaan kerja di Indonesia hingga akhir 2015 terjadi sekitar 105.182 kasus atau mengalami peningkatan hingga 5% setiap tahunnya. Penyebab utama terjadinya kecelakaan diperkirakan karena masih rendahnya kesadaran terkait penerapan K3 di kalangan industri dan masyarakat (BPJS Ketenagakerjaan, 2016).

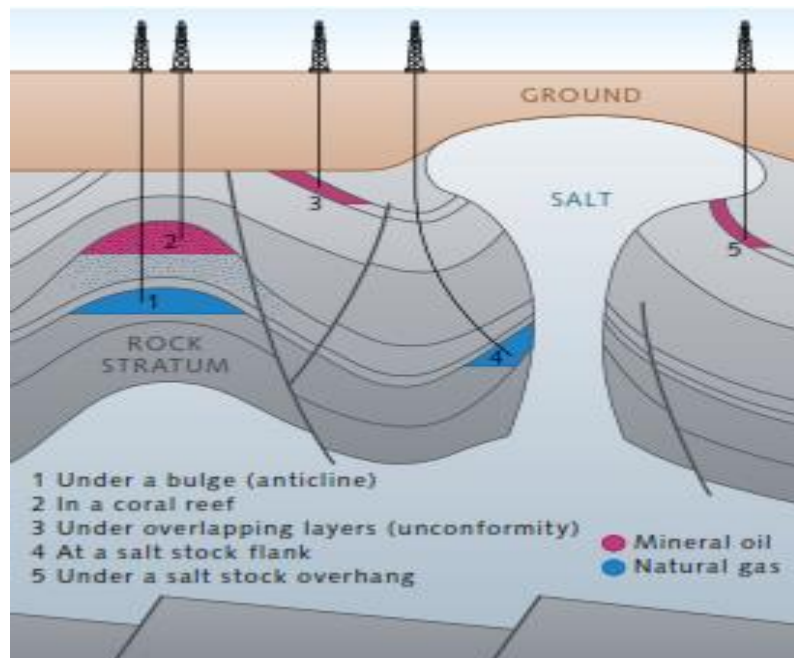
Dengan demikian, hal ini membuktikan masih perlunya peningkatan manajemen terkait keselamatan di tempat kerja, khususnya di bidang pertambangan yang memiliki kewajiban kerja mencari sumber daya alam di bawah tanah hingga mengolahnya menjadi bahan yang dapat bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari seperti pada pemanfaatan minyak dan gas alam dalam bahan bakar

kendaraan (bensin, premium, dsb). Pemerintah, perusahaan pertambangan dan masyarakat lokal harus saling bekerja sama dalam mengurangi dampak yang mungkin akan terjadi atas aktivitas pertambangan tersebut.

BAB



DUNIA PERTAMBANGAN



Gambar.2 Tampak hasil bumi (minyak dan gas) di bawah tanah
(Lehmköster, Schröder, and Ladischensky 2012)

Ekstraksi mineral telah berlangsung sejak zaman prasejarah hingga zaman modernisasi saat ini, dimana hampir di sebagian besar negara telah melakukan pengelolaan atas hasil bumi tersebut. Peningkatan permintaan dapat ditinjau di sejumlah negara besar seperti China dan India, yang turut berdampak di seluruh dunia.

Meningkatnya permintaan tersebut menjadikan aktivitas di sektor pertambangan turut mengalami peningkatan. Sehingga, perusahaan turut menambah sumber daya sesuai kebutuhan dan menjadikan industri memiliki *income* yang sangat baik (Elgstrand et al. 2013).

Perlu diketahui, lapangan kerja yang disediakan oleh pemilik pertambangan biasanya memiliki gaji yang lebih tinggi dibandingkan dengan gaji rata-rata nasional atau tergantung perekonomian daerah sekitar. Sayangnya, jumlah pekerjaan ini terbilang masih cukup kecil yakni jarang mencapai tingkat 1,5% dari total pekerjaan secara nasional. Perusahaan pertambangan biasanya mempekerjakan hanya tiga atau empat karyawan dari sektor yang berbeda (Dorin, Diaconescu, and Topor, 2014).

Umumnya, pada pertambangan skala besar mereka memiliki beragam lapangan kerja berdasarkan minat termasuk menjadi perencana dan perancang tambang, konsultan untuk operasi *tunneling* (pekerjaan jalan, kereta api, pembangkit listrik tenaga air, pasokan air atau pembuangan limbah), manajer operasi, spesialis teknis (misalnya mekanika batuan, pengeboran dan peledakan, mesin tambang atau ventilasi), analis investasi dan penasihat, peneliti, manajer umum dan manajer tambang.

Olehnya para peminat dalam aktivitas kerja di lingkungan tambang penting untuk mempersiapkan karier dengan mengambil teknik pertambangan mencakup berbagai bidang seperti teknologi pertambangan, mekanika batuan, ventilasi, geologi, metalurgi, survei, ekonomi dan keuangan, manajemen, prinsip lingkungan, aplikasi komputer dan juga kesehatan dan keselamatan kerja. Pada bab ini akan dibahas beberapa gambaran umum terkait dunia pertambangan meliputi jenis hasil tambang, gambaran proses kerja di pertambangan, unit operasional pertambangan, desain *workstation* dan variabilitas antropometrik, serta dampak lingkungan dan sosial pertambangan.

A. Jenis Hasil Tambang

Undang-Undang Republik Indonesia No.11 Tahun 1967 tentang Ketentuan-Ketentuan Pokok Pertambangan khususnya pada pasal 3 tercantum bahwa bahan-bahan galian dibagi atas tiga golongan:

1. Golongan A : golongan bahan galian strategis, seperti minyak dan gas bumi, batu bara, nikel dll;
2. Golongan B : bahan galian vital seperti emas, perak, tembaga, berlian, besi, bauksit, dll; dan
3. Golongan C : golongan bahan galian yang tidak termasuk dalam golongan a atau b (Perpres RI. 1967).

Berikut penjelasan singkat terkait manfaat beberapa hasil tambang, yang diperoleh dari berbagai sumber.

1. Minyak bumi



Gambar.3 Proses tambang minyak bumi

Source: <http://www.mining.com/us-firm-claimsaustraliasbiggest-oil-find-in-30-years-51426/>

Dunia mengkonsumsi lebih dari 65 miliar barel minyak bumi setiap hari, di tahun 2015 diperkirakan konsumsi meningkat menjadi 99 miliar barel per hari. Padahal, bahan bakar fosil seperti minyak membutuhkan waktu miliaran tahun untuk terbentuk. Manfaat dari minyak ini adalah sebagai salah satu sumber energi paling melimpah, bentuk cair minyak memudahkan untuk transportasi dan penggunaannya dalam kebutuhan sehari-hari. Namun, hasil

pembakaran minyak menyebabkan emisi karbon, menjadikan sumber daya yang terbatas, proses pemulihan minyak tidak cukup efisien sehingga teknologi perlu dikembangkan untuk memberikan hasil panen yang lebih baik, pengeboran minyak membahayakan lingkungan serta ekosistem, dan transportasi minyak (dengan kapal) dapat menyebabkan tumpahan sehingga menyebabkan kerusakan lingkungan dan ekologi (Sandra Vasa-Sideris, 2015).

Minyak bumi banyak ditemukan di Negara Indonesia (Aceh, Riau dan Muara Enim, Wonokromo, Cepu, Majalengka, Tarakan, Maluku, Papua, dst), Afrika Selatan, Nigeria, Uganda, Kenya, Kanada, Saudi Arabia, dan sebagainya.

2. Batubara

Batubara atau biasa disebut dengan bahan bakar fosil merupakan sumber energi terpenting dalam pembangkit listrik serta bahan bakar penting untuk produksi baja dan semen. Karakteristik batubara yang *negative* dijuluki sebagai sumber energi paling berpolusi karena tingginya proporsi karbon. Tingkat cadangan batubara global saat ini diperkirakan hanya dapat bertahan sekitar 112 tahun. Dimana cadangan terbesar ditemukan di Amerika Serikat, Rusia, Cina dan India. Selain itu, dapat ditemukan pula pada Australia, Indonesia, dan Afrika Selatan.



Gambar.4 Batubara

Source: <https://www.indonesia-investments.com/business/commodities/coal/item236?>

3. Bijih Besi



Gambar.5 Bijih besi

Source: <http://kontak-perkasaf.com/australia-chops-2017-besi-bijih/>

Bijih besi adalah sumber zat besi utama untuk industri besi dan baja di dunia, produksinya dapat dilaporkan sebagai bijih mentah, biji-biji atau bijih besi yang mengandung bijih (USGS 2017). Bijih besi ini nantinya akan diubah sesuai dengan kebutuhan atau permintaan pasar seperti; peralatan dapur dan gagang kaca. Cadangan bijih besi ini dapat ditemukan di Negara Indonesia, Australia, Brazil, Cina, India, Rusia, Afrika Selatan, Kanada, Malaysia, dan sebagainya.

4. Emas



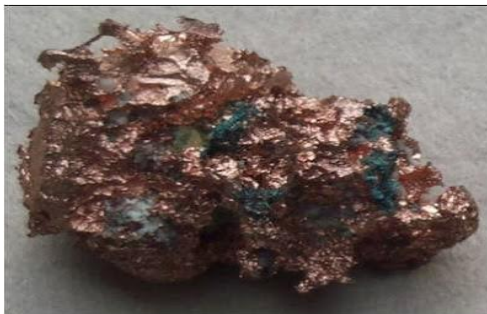
Gambar.6 Emas

Source: <http://eksplorasi.id/dua-perusahaan-tambang-emas-ini-masuki-tahap-persiapan-konstruksi/>

Emas merupakan salah satu sumber daya mineral yang tidak dapat diperbaharui kembali karena sifatnya yang hanya sekali ambil akan habis. Oleh karena itu perlu suatu metode yang tepat dan terencana serta memperhatikan konservasi untuk keberlangsungan generasi selanjutnya (Widodo and Aminuddin, 2011). Menurut berita elektronik kompas.com pertambangan emas terbesar di dunia disebut-sebut berada di kawasan Indonesia yang berlokasi di Papua dengan operatornya PT Freeport dengan cadangan emas berkisar 30 juta troy ounces, yang jika dirupiahkan cadangan emas ini setara nilainya Rp 1.200 triliun. Kemudian ada Cortez yang merupakan salah satu tambang tertua di dunia berlokasi di Nevada Amerika Serikat beroperasi sejak tahun 1862 dengan cadangan emas berkisar 14,5 juta troy ounces.

Selanjutnya tambang emas Veladero Mine merupakan tambang terbesar di Argentina dengan cadangan emas sebanyak 12,3 juta troy ounces, Goldstrike berlokasi di Nevada dengan jumlah cadangan minyak 9,6 juta troy ounces, dan beberapa wilayah lainnya (Kontan 2015).

5. Tembaga



Gambar.7 Tembaga

Source: <https://ringkasanbukugeografi.blogspot.co.id/2016/04/potensi-dan-persebaran-barang-tambang.html>

Manfaat tembaga sangat besar bagi kebutuhan manusia di

segala penjuru dunia, terlihat dari manfaatnya yang sangat luar biasa sebagai suatu konduktor listrik dan termal yang sangat baik dalam penerangan, pemanas, penggunaan dalam menyuplai air, dan lain sebagainya (Copper Development Association, 2003). Sumber daya tembaga ini dapat ditemui pada Negara seperti Cili, Cina, Peru, Amerika, Kongo, Australia, Rusia, Zambia, Canada, dan Mexico.

6. Berlian



Gambar.8 Berlian

Source: <https://www.hidayatullah.com/berita/internasional/read/2016/03/06/90651/presiden-mugabe-perusahaan-tambang-asing-merampok-berlian-zimbabwe.html>

Berlian sebagai salah satu hasil tambang yang menjadi kepemilikan seseorang sering dikaitkan dengan status sosial dikarenakan umumnya dikenal sebagai salah satu bahan membuat perhiasan, namun ternyata yang dihasilkan juga memiliki manfaat dalam kehidupan sehari-hari seperti peralatan audio untuk meningkatkan hasil suara.

Produksi berlian dunia yang ditambang tahun 2017 diperkirakan sekitar 142,3 juta karat atau senilai \$ 15,6 miliar. Rusia diperkirakan merupakan negara produsen terbesar dengan nilai 35%, diikuti oleh Botswana di 22%, Kanada pada 14%, Angola 8%, Afrika Selatan 7%, Namibia 5%, dan Australia 3% (Zimnisky, 2017).

7. Nikel



Gambar.9 Nikel

Source: <https://www.nickelinstitute.org/en/NickelUseInSociety/AboutNickel/NickelMetaltheFacts.aspx>

Nikel adalah unsur metalik berkilau. Nikel adalah elemen kelima yang paling umum di bumi dan terdapat secara luas di kerak bumi. Namun, sebagian besar nikel tidak dapat dijangkau di inti bumi. Nikel merupakan salah satu hasil tambang yang berperan sebagai bahan untuk membuat peralatan keperluan sehari-hari seperti: peralatan makan, telepon genggam, peralatan medis, transportasi, bangunan, pembangkit tenaga dan sebagainya. Bahan nikel ini disukai karena manfaatnya dalam mencegah alat/barang berkarat, dapat digunakan baik pada suhu tinggi dan rendah, serta berbagai manfaatnya pada sifat magnetik dan elektronik khusus.

Sekitar 65% nikel yang diproduksi digunakan untuk memproduksi baja tahan karat. 20% lainnya digunakan untuk paduan baja dan non-ferrous lainnya seringkali untuk aplikasi industri, dirgantara dan militer yang sangat khusus. Sekitar 9% digunakan dalam plating dan 6% untuk kegunaan lain, termasuk koin, elektronik, dan baterai untuk peralatan portabel dan mobil hibrida (Nickelinstitute.org 2011). Nikel dapat ditemui pada beberapa Negara seperti Filipina, rusia, Australia, cina, Indonesia, dan beberapa negara lainnya.

8. Timbal



Gambar.10 Timbal

Source: <http://geology.com/usgs/lead/>

Sekitar 240 tambang di lebih dari 40 negara telah menghasilkan timbal. Di tahun 2010 diketahui produksi tambang dunia diperkirakan berkisar 4,1 juta metrik ton, dengan produsen terkemuka adalah Cina, Australia, Amerika Serikat, dan Peru, dalam urutan output-nya. Permintaan akan timbal akan terus meningkat seiring waktu karena meningkatnya konsumsi di Cina, yang didorong oleh pertumbuhan di pasar sepeda motor, mobil dan sepeda listrik (Geology.com, 2011).

9. Batu gamping



Gambar.11 Batu gamping/kapur

Source: <http://geology.com/rocks/limestone.shtml>

Batu gamping ini juga sering dikenal dengan batu kapur, batuan sedimen ini terdiri dari kalsium karbonat (CaCO_3) dalam bentuk mineral kalsit. Batuan sedimen organik ini terbentuk dari akumulasi kerang, karang, alga, dan kotoran-kotoran. Saat ini Bumi memiliki banyak lingkungan pembentukan batu kapur. Sebagian besar ditemukan di daerah perairan dangkal antara 30 derajat lintang utara dan 30 derajat lintang selatan. Batu kapur terbentuk di Laut Karibia, Samudera Hindia, Teluk Persia, Teluk Meksiko, di sekitar kepulauan Samudera Pasifik, dan di kepulauan Indonesia (Geology.com, 2009).

10. Bauksit



Gambar.12 Bauksit

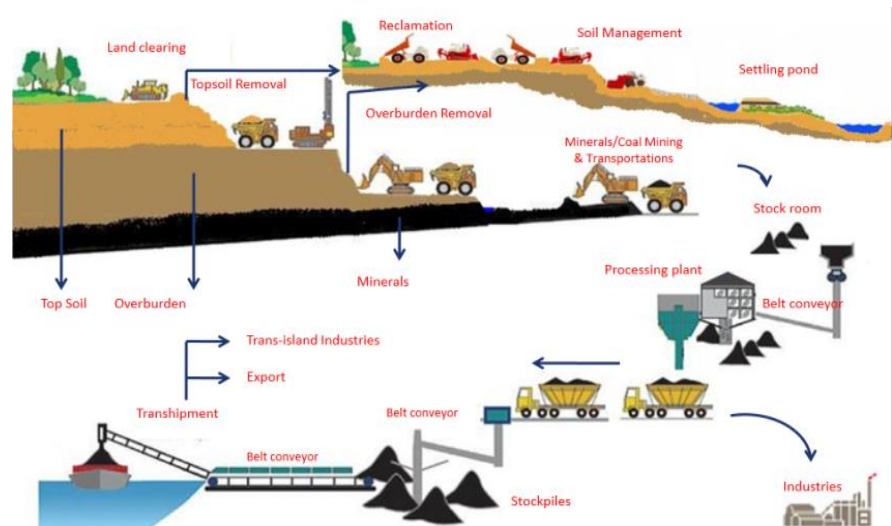
Source: <http://geology.com/bauxite.shtml>

Bauksit tidak memiliki komposisi tertentu. Bauksit biasanya lunak (H: 1-3), putih sampai abu-abu hingga berwarna coklat kemerahan dengan struktur pisolitik, kilau tanah liat dan gravitasi spesifik rendah (SG: 2.0-2.5). Sifat ini berguna untuk mengidentifikasi bauksit. Namun, tidak ada hubungannya dengan nilai bauksit atau kegunaannya. Ini karena bauksit hampir selalu diproses menjadi bahan lain dengan sifat fisik yang berbeda dari bauksit. Kegunaan bauksit salah satunya sebagai bahan dasar pembuatan keramik.

Bauksit banyak ditemukan di banyak tempat di seluruh dunia.

Pada tahun 2010, sepuluh negara produsen bauksit terkemuka adalah: Australia, Cina, Brazil, India, Guinea, Jamaika, Rusia, Kazakstan, Suriname, dan Yunani. Masing-masing negara ini memiliki cadangan yang cukup selama bertahun-tahun dan terus berproduksi (Geology.com, 2012).

B. Gambaran Proses Kerja di Pertambangan



Gambar.13 Skema proses penambangan (*open-pit*)

Source: <http://www.apbi-icma.org/wp-content/uploads/2015/07/Presentasi-Seminar-Bapak-Jeffrey-Mulyono1.pdf>

Menurut Hartman, Howard L.; Mutmansky (2002), proses keseluruhan kegiatan di pertambangan dapat ditinjau dari lima tahap yakni prospeksi, eksplorasi, pengembangan, eksploitasi, dan reklamasi. Secara khusus dijelaskan pada poin-poin berikut:

1. Prospeksi

Prospeksi merupakan tahap awal dalam mencari bijih atau mineral berharga lainnya (batubara atau nonmetalik). Metode penemuan langsung dalam pencarian mineral umumnya terbatas pada deposit permukaan, melalui studi geologi pada seluruh area

menambah kemudahan teknik langsung dan sederhana dalam penemuan mineral. Penggunaan fotografi udara, peta geologi, dan penilaian struktural suatu wilayah, ahli geologi mengumpulkan bukti dengan metode langsung tersebut.

Pemetaan dan analisis struktural yang tepat ditambah dengan studi mikroskopik terhadap sampel awal turut memungkinkan ahli geologi dalam menemukan mineralisasi permukaan yang tersembunyi. Adapun pada pencarian tidak langsung melalui penggunaan alat ilmiah yakni, pada keilmuan geofisika, melalui deteksi anomali menggunakan pengukuran fisik berupa variabel gravitasi, seismik, magnetik, elektrik, elektromagnetik, dan radiometrik di bumi. Penerapan dari udara menggunakan pesawat terbang dan satelit di permukaan serta di bawah tanah dengan menggunakan metode penyelidikan topografi. Geokimia pada analisis kuantitatif sampel tanah, batuan, dan air, dan geobotani pada analisis pola pertumbuhan tanaman yang juga dapat digunakan sebagai alat prospeksi.

2. Eksplorasi

Tahap ini menentukan seakurat mungkin ukuran dan nilai deposit mineral dengan menggunakan teknik yang serupa pada prospeksi. Eksplorasi umumnya ingin melihat yang lebih positif mengenai luas dan kadar bijih menggunakan berbagai pengukuran. Sampel yang ditemukan sebagai perwakilan mineral diamati dengan teknik evaluasi kimia, metalurgi, sinar X, spektrografi, atau radiometrik yang dimaksudkan untuk meningkatkan pengetahuan penyidik tentang deposit mineral. Sampel diperoleh dengan *chipping outcrops*, penggalian, *tunneling*, dan pengeboran. Selain itu, *borehole logs* mungkin disediakan untuk mempelajari susunan geologi dan struktur deposit. Rotary, perkusi, atau mengebor diamond dapat digunakan untuk tujuan eksplorasi. Namun, mengebor berlian lebih disukai karena inti yang mereka hasilkan memberikan pengetahuan tentang struktur geologi. Inti biasanya terbelah sepanjang porosnya,

satu setengah dianalisis dan separuh lainnya dipertahankan utuh untuk penelitian geologi lebih lanjut. Evaluasi sampel memungkinkan ahli geologi atau insinyur pertambangan untuk menghitung tonase dan kadar, atau kekayaan deposit mineral. Hal ini dapat memperkirakan biaya penambangan, mengevaluasi pemulihan mineral berharga, menentukan biaya lingkungan, dan menilai faktor-faktor lain yang mungkin terjadi dalam upaya untuk mencapai kesimpulan tentang keuntungan dari deposit tersebut.

Inti analisis adalah pertanyaan apakah properti itu hanyalah deposit mineral atau bijih lainnya. Kesimpulan pada tahap ini, proyek ini dikembangkan, diperdagangkan ke pihak lain, atau ditinggalkan.

3. Pengembangan

Tahap ketiga atau pengembangan, merupakan tahap pekerjaan dalam pembukaan deposit mineral untuk keberlanjutan eksploitasi yang dilakukan. Kemudian dilanjutkan memulai penambangan sebenarnya dari deposit dan disebut bijih. Akses ke deposit harus dicapai dengan sebaik-baiknya (1) dengan menanggalkan lapisan penutup tanah, yang merupakan tanah dan / atau batu yang menutupi deposit, untuk mengekspos bijih dekat permukaan untuk pertambangan atau (2) dengan menggali dari permukaan untuk mengakses lebih banyak deposit yang terkubur dan untuk mempersiapkan penambangan bawah tanah. Dalam kedua kasus tersebut, pihak yang berkepentingan harus mempersiapkan izin terkait dan laporan mengenai dampak lingkungan terlebih dahulu sebelum pengembangan dilakukan.

Bila sejumlah persyaratan telah dilaksanakan, akses jalan, sumber listrik, sistem transportasi mineral, fasilitas pengolahan mineral, area pembuangan, kantor, dan fasilitas pendukung lainnya harus turut diselesaikan pula sebelum pertambangan sebenarnya dimulai. Pembangunan untuk pertambangan bawah tanah umumnya lebih kompleks dan mahal. Hal ini membutuhkan perencanaan dan

tata letak akses pembukaan yang cermat untuk penambangan, keamanan, dan hal yang lebih efisien lainnya.

Tahap bukaan utama mungkin berupa poros, lereng, atau *adits*; masing-masing harus direncanakan untuk mengizinkan bagian pekerja melaksanakan tugas, mesin, bijih, limbah, udara, air, dan utilitas yang turut menjadi perhatian dalam perencanaan. Banyak tambang logam terletak di sepanjang deposit tebing curam dan dibuka dari poros, sementara *drift*, *winzes*, dan *lift* melayani area produksi.

4. Eksploitasi

Eksploitasi sebagai tahap keempat penambangan dikaitkan dengan pemulihan sebenarnya dari mineral bumi secara kuantitas. Metode penambangan yang dipilih untuk eksploitasi ditentukan terutama oleh karakteristik deposit mineral dan batasan yang diberlakukan oleh keselamatan, teknologi, masalah lingkungan, dan ekonomi. Kondisi geologis seperti kemiringan, bentuk, serta kekuatan bijih dan batuan sekitarnya memainkan peran kunci dalam memilih metode ini.

Metode eksploitasi tradisional terbagi dalam dua kategori besar berdasarkan lokal yakni permukaan atau bawah tanah. Penambangan permukaan mencakup metode penggalian mekanis seperti *open pit* dan *open cast* (penambangan strip), dan metode berair seperti *placer* dan *solution mining*.

a. Pertambangan di permukaan.

Penambangan permukaan adalah prosedur eksploitasi yang dominan di seluruh dunia, hampir semua bijih logam (98%), sekitar 97% bijih nonmetalik, dan 61% batubara di Amerika Serikat ditambang menggunakan metode permukaan (US Geological Survey, 1995; Energy Information Administration, 2000) dalam (Hartman, Howard L.; Mutmansky 2002), dan sebagian besar ditambang dengan metode *open pit* atau *open cast*. Penambangan terbuka biasanya digunakan untuk

mengeksploitasi deposit di dekat permukaan atau yang memiliki rasio pengupasan rendah. Hal ini sering memerlukan investasi modal yang besar namun pada umumnya menghasilkan produktivitas tinggi, biaya operasi rendah, dan kondisi keselamatan yang baik.

Metode ekstraksi berair bergantung pada air atau cairan lain (misalnya, cairan asam sulfat, larutan sianida lemah, atau amonium karbonat) untuk mengekstrak mineral. Penambangan *placer* digunakan untuk mengeksploitasi deposit yang dikonsolidasikan secara longgar seperti pasir biasa, kerikil atau kerikil yang mengandung emas, timah, berlian, platinum, titanium, atau batubara. *Hydraulicking* menggunakan aliran air bertekanan tinggi yang diarahkan terhadap deposit mineral (biasanya tapi tidak selalu *placer*) sehingga menyebabkan terjadi pelepasan (erosi) dengan penggunaan air.

Penyelesaian ekstraksi mineral biasanya secara mekanis atau hidraulik. Solusi pertambangan mencakup pertambangan *borehole*, seperti metode yang digunakan untuk mengekstrak natrium klorida atau belerang dan pencucian, baik melalui lubang bor atau di tempat pembuangan atau tumpukan di permukaan.

b. Pertambangan Bawah Tanah.

Metode bawah tanah dikategorikan atas metode tidak mendukung, mendukung, dan *caving* yang dibedakan atas jenis dinding dan atap yang digunakan, konfigurasi dan ukuran bukaan produksi, serta arah operasi penambangan berlangsung. Metode penambangan yang tidak mendukung digunakan untuk mengekstrak endapan mineral yang kira-kira berbentuk tabular (rata-rata atau tajam) dan umumnya diasosiasikan dengan bijih kuat dan batuan sekitarnya. Metode ini disebut tidak mendukung karena mereka tidak menggunakan pilar artifisial dalam membantu mendukung bukaan. Namun, jumlah atap yang bagus dan tindakan

pendukung terlokalisasi sering digunakan.

Penambangan ruang dan pilar adalah metode yang paling umum yang tidak mendukung, terutama digunakan untuk endapan seperti batu bara, trona, batu kapur, dan garam. Dukungan atap disediakan oleh pilar alami mineral yang dibiarkan berdiri dalam pola yang sistematis. Metode lain yang diterapkan pada deposit dengan pencairan juga termasuk dalam kategori yang tidak mendukung.

Metode penambangan yang mendukung sering digunakan di tambang dengan struktur batuan lemah. Pemotongan dan penyisihan adalah metode yang paling umum digunakan, Metode *cut-and-fill* digunakan baik pada *overhand* (ke atas) dan dalam arah bawah (*downhand*). Karena setiap potongan horizontal diambil, rongga diisi dengan berbagai jenis jenis untuk mendukung dinding. Fosil ini bisa berupa limbah batuan, tailing, tailing semen, atau bahan lain yang sesuai. Pertambangan tebang dan tebing adalah salah satu metode yang lebih populer digunakan untuk deposit mineral. *Stull stoping* adalah metode penambangan yang didukung dengan menggunakan baut kayu atau baut pada tabular bagian bijih *pitching*. Ini adalah salah satu metode yang dapat diterapkan pada badan bijih yang memiliki penurunan antara 10° dan 45° . Seringkali menggunakan pilar buatan yakni limbah untuk menopang atap.

Metode *caving* bervariasi dan serbaguna dan melibatkan *caving* bijih dan/ atau batu penutup. *Subsidence* dari permukaan biasanya terjadi sesudahnya. Penambangan *longwall* adalah metode *caving* yang sangat sesuai dengan penutup horizontal, biasanya batubara pada kedalaman tertentu. Metode yang berbeda, *sublevel caving*, digunakan untuk deposit tabular atau masif. Seiring penambangan berlanjut ke bawah, setiap tingkat baru diliputi ke dalam bukaan tambang, dengan bahan bijih dipulihkan saat batu

tersebut tertinggal. *Block caving* adalah metode penambangan berskala besar yang sangat produktif, rendah biaya, dan terutama digunakan pada deposit besar yang harus ditambang di bawah tanah. Hal ini paling sesuai untuk bagian bijih lemah atau cukup kuat yang mudah pecah saat digerus.

Baik *block caving* maupun *longwall mining* banyak digunakan karena produktivitasnya tinggi. Selain metode konvensional ini, metode penambangan yang inovatif juga terus berkembang. Ini berlaku untuk deposit yang tidak biasa atau mungkin menggunakan teknik atau peralatan yang tidak biasa. Contohnya teknik otomasi, penggalian cepat, *gasification* bawah tanah atau *liquifaction*, dan penambangan dalam laut.

5. Reklamasi

Tahap terakhir dalam operasi tambang adalah reklamasi, proses penutupan tambang dan *recontouring*, *revegetating*, dan pemulihan nilai air dan lahan. Waktu terbaik untuk memulai proses reklamasi tambang adalah sebelum penggalian pertama dimulai. Dengan kata lain, insinyur perencanaan tambang harus merencanakan tahap dalam reklamasi pula agar keseluruhan biaya dapat diminimalkan. Filosofi baru industri pertambangan adalah keberlanjutan, yaitu kesesuaian kebutuhan ekonomi dan lingkungan saat ini sambil meningkatkan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri (National Mining Association, 1998) dalam (Hartman, Howard L.; Mutmansky 2002).

Banyak kekhawatiran yang harus ditangani terkait perencanaan reklamasi tambang, pertama adalah keamanan lokasi tambang terutama jika daerahnya terbuka untuk umum. Pembongkaran bangunan kantor, fasilitas pengolahan, peralatan transportasi, utilitas, dan struktur permukaan lainnya yang pada umumnya harus dilakukan. Perusahaan pertambangan kemudian diminta untuk menutup semua poros tambang, adits, dan bukaan lainnya yang mungkin menimbulkan bahaya fisik.

Dinding yang ada atau struktur geologi lain mungkin memerlukan mitigasi untuk mencegah cedera atau kematian akibat kegagalan geologis. Permasalahan kedua yang harus ditangani selama reklamasi lokasi tambang adalah pemulihan permukaan tanah, kualitas air, dan area pembuangan limbah sehingga polusi air jangka panjang, erosi tanah, pembangkitan debu, atau masalah vegetasi tidak terjadi. Pemulihan tanaman asli seringkali merupakan bagian yang sangat penting dari proses ini, karena tanaman membantu membangun struktur tanah yang stabil dan naturalisasi daerah tersebut.

Perencanaan pembuangan limbah dengan selayaknya, kolam tailing, dan area yang terganggu lainnya akan membantu mencegah masalah polusi, namun pekerjaan remediasi juga diperlukan untuk menyelesaikan tahap reklamasi pertambangan dan memenuhi peraturan. Sebagai tambahan, insinyur perencanaan tambang mungkin dapat merencanakan penggunaan lahan setelah penambangan selesai. Situs tambang tua dapat diubah menjadi tempat perlindungan satwa liar, pusat perbelanjaan, lapangan golf, bandara, danau, fasilitas penyimpanan bawah tanah, pengembangan *real estate*, area pembuangan limbah padat, dan kegunaan lain yang dapat bermanfaat bagi masyarakat. Dengan merencanakan tambang untuk pengembangan selanjutnya, perencana tambang dapat meningkatkan nilai lahan yang ditambang dan membantu mengubahnya menjadi penggunaan yang masyarakat anggap menguntungkan.

Keberhasilan reklamasi tambang akan mampu meningkatkan opini masyarakat industri pertambangan dan menjaga perusahaan pertambangan mendapatkan reputasi yang baik dari badan atau organisasi terkait. Tahap kelima ini sangatlah penting dan harus direncanakan sedini mungkin dalam kehidupan tambang (Hartman, Howard L.; Mutmansky, 2002)

C. Unit Operasional Pertambangan

Selama tahap pengembangan dan eksploitasi pertambangan ketika bahan alami diekstraksi dari bumi, berbagai penggunaan unit sangat dibutuhkan ataupun yang sangat mirip turut digunakan. Operasi unit penambangan adalah langkah dasar yang digunakan untuk menghasilkan mineral dari deposit, dan operasi pelengkap yang digunakan untuk mendukungnya. Langkah-langkah yang berkontribusi langsung pada ekstraksi mineral adalah operasi produksi. Langkah tambahan yang mendukung siklus produksi disebut operasi tambahan.

Siklus produksi dalam unit operasi biasanya dikelompokkan terkait kerusakan batuan dan penanganan material. Kerusakan umumnya dari pengeboran dan peledakan, dan penanganan material mencakup pemuatan atau penggalian dan pengangkutan (transportasi horizontal) dan kadang-kadang dalam pengangkatan (transportasi vertikal atau miring). Dengan demikian, siklus produksi dasar terdiri dari operasi unit ini:

$$\text{Production cycle} = \text{drill} \times \text{blast} \times \text{load} \times \text{haul}$$

Meskipun operasi produksi cenderung terpisah dan bersifat siklik, tren penambangan dan *tunneling* modern digunakan untuk menghilangkan atau menggabungkan fungsi dan untuk meningkatkan kontinuitas ekstraksi. Misalnya, di tambang batu bara dan tambang lunak lainnya. Operasi pertambangan pada permukaan dan bawah tanah berbeda terutama dengan skala peralatan, mesin khusus telah berevolusi untuk memenuhi kebutuhan unik kedua operasi tersebut. Di pertambangan permukaan modern, lubang ledakan berdiameter 3 sampai 15 inci (75 sampai 380 mm) dihasilkan oleh rotary, perkusi untuk penempatan bahan peledak saat batu konsolidasi harus dilepas.

Bahan peledak kemudian dimasukkan dan diledakkan untuk mengurangi lapisan penutup atau bijih pada kisaran ukuran yang sesuai untuk penggalian. Material yang rusak dimuat menggunakan

sekop, *dragline*, atau *wheel loader* ke unit pengangkutan, biasanya menggunakan truk untuk transportasi. Kendaraan yang mirip kereta api juga terkadang digunakan untuk pengangkutan, dan *conveyor belt* sering digunakan setelah material dilumatkan. Tanah dan batubara sering dipindahkan dengan cara yang sama, meski peledakan terkadang tidak perlu dilakukan.

Batubara, garam, kalium, dan trona sering ditambang tanpa menggunakan bahan peledak. Selain operasi siklus produksi, beberapa operasi pelengkap harus dilakukan dalam banyak kasus. Pada kawasan bawah tanah mencakup dukungan atap, ventilasi dan pendingin ruangan, catu daya, pemompaan, perawatan, penerangan, komunikasi, dan pengiriman udara, air, dan pasokan terkompresi ke bagian kerja. Pertambangan di bidang permukaan, operasi pelengkap primer meliputi penyediaan stabilitas lereng, pemompaan, catu daya, perawatan, pembuangan limbah, dan pasokan bahan ke pusat produksi (Hartman, Howard L.; Mutmansky, 2002).

Berikut beberapa gambaran umum dari beberapa divisi kerja di pertambangan:

1. *Mining Engineer - Open pit*

Insinyur pertambangan yang bekerja di tempat terbuka terlibat dengan perencanaan tambang terbuka jangka panjang dan jangka pendek, penjadwalan dan pengerjaan tambang, perencanaan strategis, pengawasan staf teknis dan operasional, manajemen tambang. Mereka juga dilibatkan dalam studi kelayakan, pengeboran dan pengawasan peledakan, operasi sistem penambangan, evaluasi peralatan pertambangan terbuka, serta pengembangan kontrak pertambangan.

2. *Mining Engineer - bawah tanah*

Insinyur pertambangan bawah tanah dapat dilibatkan dalam mengkoordinasikan kegiatan penambangan, penjadwalan perawatan untuk semua peralatan, perencanaan tambang jangka pendek/jangka panjang, penjadwalan dan perancangan. Mereka mengawasi staf dan terlibat dalam studi kelayakan,

pengembangan kontrak pertambangan, operasi perancangan dan pemeliharaan peralatan pertambangan bawah tanah.

3. *Teknik Pertambangan - Batubara*

Tambang batubara bisa berupa lubang terbuka atau bawah tanah dan cenderung menggunakan metode penambangan yang berbeda. Insinyur pertambangan batubara dapat dilibatkan dalam mengkoordinasikan kegiatan penambangan, penjadwalan perawatan untuk semua peralatan, perencanaan tambang jangka pendek / jangka panjang, penjadwalan dan desain. Mereka mengawasi staf dan dilibatkan dalam studi kelayakan, pengembangan kontrak pertambangan, operasi perancangan dan pemeliharaan peralatan pertambangan.

4. *Teknik Pertambangan - Konsultasi*

Insinyur pertambangan yang bekerja sebagai konsultan sering dilibatkan dalam berbagai proyek, metode penambangan dan bidang teknis yang berbeda. Mereka menggunakan program komputer untuk memodelkan proses dan desain pertambangan dan dapat mengerjakan pengembangan *open pit* dan *underground*. Konsultan pertambangan biasanya akan berbasis di kota-kota pesisir dan terbang ke proyek-proyek dan pertambangan sesuai kebutuhan.

5. *Teknik Pertambangan - Akademik / penelitian*

Teknisi pertambangan akademik dan riset sering bekerja di universitas atau pusat penelitian. Masalah ekonomi yang utama membahas bagaimana menambang yang paling ekonomis dan menemukan batasan deposit bijih, para insinyur akademis dan riset menyelidiki mengapa dan bagaimana segala sesuatu berperilaku seperti yang mereka lakukan atau seperti apa adanya. Mereka bereksperimen dengan berbagai metode, desain, dan peralatan pertambangan yang berbeda (Kate Sommerville, Peter Cunningham, 2007).

D. Desain *Workstation* dan Variabilitas Antropometri

Tingkat yang paling dasar yakni bertujuan untuk mempertimbangkan faktor manusia dalam perancangan peralatan dimana hal ini memastikan bahwa peralatan sesuai dengan operatornya. Tujuan ini diperumit oleh alat yang sangat bervariasi dalam ukuran, bentuk, dan kemampuan fisik.

1. Menggabungkan Data Antropometri dalam Desain *Workstation*

Penggunaan data antropometri dalam perancangan peralatan merupakan komponen penting dari faktor manusia. Data yang paling umum tersedia adalah pengukuran satu dimensi statis seperti tinggi, berat, keliling, dan panjang. Data dua dimensi statis (misalnya, siluet badan) atau data tiga dimensi (misalnya pemindaian permukaan) juga dapat diukur, namun memiliki keterbatasan yang serupa. Data antropometri yang dinamis seperti ruang kerja, jangkauan jarak, dan pengukuran kekuatan yang berpotensi lebih bermanfaat, namun sangat spesifik. Misalnya, gaya tubuh yang sangat bergantung pada arah dan kecepatan gerakan, dan postur yang diadopsi untuk melakukan tes.

Data antropometri yang dikumpulkan dari suatu populasi biasanya dinyatakan dalam bentuk persentil, dimana persentil ke-50 adalah nilai tengah atau median dari pengukuran yang diperoleh dari populasi, persentil ke-5 adalah nilai di bawah 5 persen dari pengukuran populasi. Penting untuk diingat bahwa nilai-nilai ini hanya akurat untuk populasi dari mana pengukuran dilakukan seperti halnya pengukuran laki-laki dan perempuan dan bahkan orang yang sama pada usia yang berbeda. Permasalahannya adalah tidak ada hubungan yang tepat antara ukuran yang berbeda, dan bila digunakan untuk beberapa dimensi, penggunaan persentil akan menampung lebih sedikit orang daripada yang disarankan oleh persentil. Dengan kata lain, tidak ada orang yang memiliki persentil ke-50 dalam semua ukuran.

Konsekuensi dari hal ini adalah bahwa bila ada banyak dimensi yang harus dipertimbangkan, tidak masuk akal untuk mencoba

merancang peralatan agar sesuai dengan orang fiktif yang persentil ke 5 atau ke 95 pada semua dimensi yang relevan. Alternatif menggunakan persentil adalah merancang berbagai kasus nyata, dipilih untuk mewakili populasi yang diminati. Kasus batas pada khususnya yang mewakili kombinasi ekstrem dari dua dimensi kritis (mis. tinggi saat duduk dan panjang lutut), mungkin berguna untuk masalah desain di mana masalah dapat dikurangi menjadi dua dimensi.

Federal Aviation Administration's Human Factors Design Standard (2009) dalam (Tim John Horberry, Robin Burgess-Limerick 2011) memberikan panduan penggunaan data antropometri melalui pendekatan batas desain. Pendekatan ini berupa (1) Memilih pengukuran yang benar; (2) Memilih data populasi yang tepat; (3) Menentukan persentil yang sesuai; (4) Menentukan nilai pengukuran yang sesuai; dan (5) memasukkan nilai ini sebagai kriteria untuk dimensi desain.

Meski tidak sempurna, tersedia berbagai data antropometri yang masuk akal, dengan penggunaan yang hati-hati, cocok untuk perancangan dan evaluasi peralatan pertambangan. Data tersedia dalam paket perangkat lunak antropometri seperti PeopleSize (2008) dan buku teks faktor manusia yang secara khusus ditujukan untuk antropometrik (seperti bodyspace: Antropometri, Ergonomi dan Desain Karya; Pheasant dan Haslegrave, 2006).

Temuan Botha and Cronjé (2015) dari tinjauan literatur dan temuan empiris, terbukti bahwa berbagai faktor (kapasitas kerja fisik, antropometri dan komposisi tubuh, peralatan pelindung diri, perawatan selama kehamilan dan tindakan pengamanan) juga perlu dipertimbangkan untuk menjamin kesehatan dan keselamatan perempuan yang bekerja di posisi inti pertambangan. Serta terbukti dari penelitian ini, perhatian yang luar biasa harus diberikan pada promosi kesehatan dan keselamatan perempuan yang bekerja di bisnis inti tambang untuk mempertahankan keterlibatan mereka di sektor pertambangan.

2. Prinsip Umum Desain *Workstation*

Ruang yang memadai (ruang kepala, ruang lutut, dan ruang siku) diperlukan untuk mengakomodasi pengguna peralatan potensial terbesar. Jika telah sesuai, spesifikasi pun harus mencakup pakaian pelindung, baterai, dan peralatan lainnya yang dibawa oleh operator atau pengelola. Untuk kendaraan, bagian kepala saat mengemudi merupakan perhatian utama, terutama pada kendaraan bawah tanah. Ruang terbatas yang tersedia membuat postur tubuh menjadi canggung dalam mengoperasikan peralatan.

Akses dan jalan keluar di wilayah aktivitas pertambangan penting untuk diperhatikan namun terkadang diabaikan. Akses yang buruk dapat mengakibatkan cedera *muskuloskeletal* akibat *overexertion* dan postur canggung, serta meningkatkan probabilitas *slip* dan jatuh saat akses jalan keluar. Aspek lain dari desain ini adalah memastikan bahwa jalan keluar yang cepat dimungkinkan dalam situasi darurat. Jarak bebas untuk akses utama dan jalan keluar, serta jalan darurat, harus memadai untuk operator serta mencakup pertimbangan pakaian, dan lain sebagainya. Akses jalan keluar juga memerlukan pertimbangan jarak langkah dan kemampuan jangkauan jarak dari operator terkecil. Sementara penyediaan tangga untuk akses umum, memiliki risiko terjatuh relatif tinggi

Letak dan pengaturan kontrol serta tampilan merupakan bagian penting dari keseluruhan desain *workstation*, berikut prinsip-prinsip yang perlu dipertimbangkan saat menentukan, memodifikasi, atau mengevaluasi penempatan peralatan kontrol dan *display*:

- a. Hindari postur canggung: semua kontrol harus berada dalam jangkauan pengguna atau operator.
- b. Temporal urutan penggunaan: Jika kontrol biasanya dioperasikan dalam urutan tertentu, maka mereka harus diatur dalam urutan tersebut.
- c. Pengelompokan fungsional: Kontrol dan tampilan yang terkait dengan fungsi tertentu harus dikelompokkan bersama.

- d. Frekuensi penggunaan: Kontrol yang paling sering dioperasikan harus berada dalam jangkauan dekat dengan pengguna atau operator
- e. Penting: Kontrol kritis (walaupun jarang dioperasikan) harus dilakukan agar mudah dijangkau semua pengguna (misalnya, pemberhentian darurat).
- f. Konsistensi: Tata letak kontrol di ruang peralatan yang serupa harus konsisten.
- g. Jarak kontrol: Jarak yang optimal akan meminimalkan pergerakan anggota tubuh sehingga waktu tempuh dapat pula meminimalkan risiko operasi yang tidak disengaja.
- h. Kompatibilitas lokasi antara kontrol dan *display* yang terkait: Kinerja ditingkatkan jika ada pengaturan logis dari lokasi kontrol dan tampilan yang sesuai dengannya. Hal ini dapat dicapai melalui kedekatan, atau dengan memastikan bahwa tata letak kontrol sesuai dengan tata letak *display* terkait. Pelabelan harus dianggap sebagai isyarat sekunder.
- i. Lokasi tampilan optimal: Tampilan yang paling sering diamati harus ditempatkan langsung di depan operator. Tinggi pajangan yang optimal kira-kira 15° di bawah tinggi mata horizontal (Burgess Limerick et al., 2000) dalam (Tim John Horberry, Robin Burgess-Limerick 2011).

Desain *workstation* juga harus bertujuan untuk menghilangkan hambatan pada visibilitas, dan evaluasi visibilitas harus menjadi pertimbangan utama dalam evaluasi desain. Tindakan pengendalian lainnya untuk mengkompensasi jarak pandang terbatas yang terkait dengan banyak peralatan pertambangan meliputi penyediaan kamera video, dan sistem deteksi kedekatan. Pertimbangan utama untuk desain tempat duduk mencakup berbagai penyesuaian ketinggian dan *fore-aft* (kemudahan penyesuaian) untuk memastikan bahwa ketinggian jarak pandang dan yang optimal diperoleh oleh semua operator sambil mempertahankan akses yang sesuai terhadap pedal dan kontrol tangan; serta penyediaan dukungan lumbal, dukungan

lateral, dan untuk aplikasi bawah tanah.

Tingkat rotasi kursi mungkin bermanfaat dalam mengurangi kecanggungan postur leher yang diperlukan untuk mengoperasikan peralatan. Dalam kasus lain, mungkin ada keuntungan dalam menyediakan tempat duduk yang berputar 180°, Karakteristik atenuasi vibrasi dari tempat duduk yang disediakan pada pabrik dan peralatan bergerak juga memainkan peran penting dalam mengurangi paparan operator terhadap getaran seluruh tubuh.

3. Alat Digital untuk Desain *Workstation*

Tugas mengakomodasi variabilitas manusia dan prinsip-prinsip perancangan faktor manusia tidaklah mudah. Berbagai alat digital tersedia untuk membantu desainer dalam menghadapi tantangan dalam merancang *workstation* agar sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan operator dan orang yang merawat peralatan, serta untuk mengakomodasi variabilitas antropometri di dalam pada orang-orang ini. Juga dalam memvisualisasikan konsekuensi postural dari keputusan desain, alat tersebut juga dapat membantu penilaian dan dokumentasi aspek desain lainnya seperti visibilitas.

E. Dampak Lingkungan dan Sosial Pertambangan

1. Dampak terhadap Sumber Daya Air

Dampak akan aktivitas pertambangan sepertinya lebih berpengaruh pada kualitas air terutama dalam hal kebersihan konsumsi air oleh masyarakat sekitar dan ketersediaannya. Potensi *drainase* asam tambang merupakan pertanyaan kunci pada aktivitas pertambangan. Jika materi yang ditambang digali dan terkena oksigen serta air maka asam dapat terbentuk ketika mineral besi sulfida melimpah dan jumlah bahan penetral tidak cukup untuk menetralkan pembentukan asam. Asam ini mampu melepaskan atau melarutkan logam dan kontaminan lainnya dari bahan yang ditambang dan membentuk larutan yang bersifat asam, tinggi sulfat, dan kaya logam (termasuk peningkatan konsentrasi kadmium,

tembaga, timah, seng, arsenik, dll). Pelepasan zat pengoksidasi beracun seperti arsenik, selenium, dan logam dapat terjadi bahkan jika kondisi asam tidak ada. Peningkatan kadar senyawa sianida dan nitrogen (amonia, nitrat, nitrit) juga dapat ditemukan di perairan lokasi tambang.

Selain itu, hasil tambang yang menghasilkan asam turut berdampak pada ikan, hewan, dan tumbuhan, dampak drainase asam tambang menjadikan nilai pH 4 atau bahkan lebih rendah yang mirip dengan asam baterai. Sehingga, baik ikan, tanaman, dan hewan lainnya kemungkinan tidak dapat bertahan hidup di sungai yang tercemar tersebut. Dampak penambangan atas tambang asam ini dapat berlanjut tanpa batas waktu tertentu, olehnya pengeringan asam dan pencucian kontaminan merupakan sumber terpenting dalam menekan dampak kualitas air yang buruk terkait dengan pertambangan bijih logam *Earthworks* dalam (ELAW, 2010).

Sebagian besar proyek pertambangan, potensi tanah dan sedimen yang mengikis dan menurunkan kualitas air permukaan merupakan masalah serius. Menurut studi yang dilakukan oleh Uni Eropa, luas lahan telah mengalami gangguan akibat operasi penambangan, para perusahaan seharusnya memiliki solusi dalam penyelesaiannya, hal ini sebenarnya telah harus dipertimbangkan sejak awal operasi sampai selesai reklamasi. Erosi ini dapat menyebabkan pemuatan sedimen yang signifikan (dan polutan kimia yang masuk) ke perairan terdekat, terutama selama kejadian badai yang parah dan periode pencairan salju yang tinggi

Dampak dari impitan tailing basah, batuan sisa, *heap leach*, dan fasilitas pembuangan limbah pada kualitas air bisa sangat parah, meliputi pencemaran air tanah di bawah fasilitas dan air permukaan. Zat beracun tersebut dapat dilepaskan dari fasilitas ini yang meresap melalui tanah, dan mencemari air tanah, terutama jika bagian bawah fasilitas tidak dilengkapi lapisan kedap air. Tailing (produk sampingan dari pengolahan bijih logam) merupakan limbah bervolume tinggi yang mengandung zat beracun dalam jumlah

berbahaya, termasuk arsenik, timbal, kadmium, kromium, nikel, dan sianida (jika digunakan pelepasan sianida). Biji biasanya diekstraksi sebagai bubuk, limbah yang dihasilkan mengandung sejumlah besar air, dan umumnya membentuk kolam di puncak bendungan tailing yang dapat menjadi ancaman bagi satwa liar. Pada akhirnya, kolam tailing akan kering di daerah kering, atau dapat melepaskan air yang terkontaminasi pada iklim basah. Teknik pengelolaan khusus diperlukan untuk menutup gudang limbah ini dan mengurangi ancaman lingkungan (ELAW, 2010).

2. Dampak Proyek Pertambangan terhadap Kualitas Udara

Emisi di udara pada aktivitas tambang telah terjadi sejak kegiatan eksplorasi, pengembangan, konstruksi, dan operasional. Sumber pencemaran udara terbesar dalam operasi penambangan adalah:

- a. Benda partikulat yang diangkut angin sebagai hasil penggalian, peledakan, pengangkutan bahan, erosi angin, debu buram dari fasilitas tailing, tumpukan, tempat pembuangan limbah, dan jalan angkut. Emisi pembuangan dari sumber mobile (mobil, truk, alat berat) meningkatkan tingkat partikulat ini; dan
- b. Emisi gas dari pembakaran bahan bakar di sumber stasioner dan *mobile*, ledakan, dan pengolahan mineral.

Polutan ini mampu menyebabkan efek serius pada kesehatan masyarakat sekitar dan lingkungan. Sebelum polutan mencapai reseptor, polutan yang memasuki atmosfer akan mengalami perubahan fisik dan kimia. Pada tahap operasi, penambangan berskala besar berpotensi berkontribusi secara signifikan terhadap polusi udara.

Mobile sources, sumber polutan udara meliputi kendaraan berat yang digunakan dalam operasi penggalian, mobil yang mengangkut pekerja, dan truk yang mengangkut bahan tambang. Tingkat emisi polusi dari sumber ini bergantung pada bahan bakar dan kondisi peralatan. Polutannya berupa karbon monoksida dan

senyawa organik volatil yang berkontribusi

Stationary sources, emisi gas utama berasal dari pembakaran bahan bakar pada instalasi pembangkit tenaga listrik, dan pengeringan, pemanggangan, dan operasi peleburan. Banyak produsen logam mulia mencium logam di tempat sebelum dikirim ke kilang *off-site*. Secara khas, emas dan perak diproduksi dalam tungku peleburan yang dapat menghasilkan kadar merkuri, arsenik, sulfur dioksida, dan logam lainnya yang meningkat.

Fugitive emissions, Sumber emisi *fugitive* meliputi: penyimpanan dan penanganan bahan; pengolahan tambang; debu *fugitive*, peledakan, kegiatan konstruksi, dan jalan raya yang terkait dengan kegiatan penambangan; bantalan pelepah, dan tumpukan dan kolam tailing; dan tumpukan batuan sisa. Sumber dan karakteristik debu emisi *fugitive* dalam operasi pertambangan bervariasi dalam setiap kasus, sama halnya dengan dampak.

Incidental releases of mercury, merkuri biasanya terdapat dalam bijih emas. Jika kandungan merkuri dalam bijih emas adalah 10 mg/kg, dan 1 juta ton bijih diproses bersamaan maka kemungkinan 10 ton merkuri berpotensi dilepaskan ke lingkungan. Olehnya sumber utama merkuri ini harus dikendalikan. Jika merkuri tidak dikumpulkan oleh alat pengendali polusi udara, merkuri bisa dilepas ke atmosfer dan berdampak pada lingkungan dan kesehatan di lingkungan masyarakat (ELAW, 2010).

Noise and vibration, polusi kebisingan yang terkait dengan pertambangan dapat mencakup kebisingan dari mesin kendaraan, bongkar muat batu ke tempat pembuangan baja, peluncur, pembangkit listrik, dan sumber lainnya. Dampak kumulatif dapat berasal dari sekop, *ripping*, pengeboran, peledakan, pengangkutan, penghancuran, penggilingan, dan penumpukan stok. Getaran dikaitkan dengan banyak jenis peralatan yang digunakan dalam operasi penambangan, namun peledakan dianggap sebagai sumber utama. Getaran telah mempengaruhi stabilitas infrastruktur, bangunan, dan rumah orang-orang yang tinggal di dekat skala besar

operasi penambangan terbuka. Menurut sebuah studi yang ditugaskan oleh Uni Eropa pada tahun 2000: "Guncangan dan getaran akibat peledakan dapat menyebabkan kebisingan, debu dan runtuhnya struktur di daerah sekitar yang didiami. Kehidupan binatang di sekitar aktivitas mungkin akan terganggu" MINEO Consortium (2000) dalam (ELAW 2010).

3. Dampak Proyek Pertambangan terhadap Satwa Liar

Spesies satwa liar hidup di komunitas saling bergantung spesies bergantung pada kondisi tanah, iklim lokal, ketinggian, dan ciri khas habitat lokal lainnya. Aktivitas pertambangan menyebabkan kerusakan langsung dan tidak langsung terhadap satwa liar seperti mengganggu dan menghilangkan habitatnya. Efek langsung pada satwa liar adalah penghancuran atau berpindahnya spesies dari daerah penggalian dan penumpukan limbah tambang. Jika sungai, danau, kolam, atau rawa terisi atau dikeringkan, ikan, invertebrata air, dan amfibi terkena dampak parah.

Persediaan makanan pada predator berkurang oleh hilangnya spesies tanah dan air. Banyak spesies satwa liar sangat bergantung pada vegetasi yang tumbuh di drainase alami. Aktivitas apapun yang menghancurkan vegetasi di dekat kolam, waduk, rawa, dan lahan basah mengurangi kualitas dan kuantitas habitat yang penting untuk unggas air, burung pantai, dan banyak spesies lainnya. Beberapa spesies juga turut terganggu atas perubahan lahan yang terjadi, namun beberapa mungkin dapat beradaptasi atas perubahan tersebut.

Fragmentasi habitat terjadi ketika luas lahan yang luas berubah menjadi lahan yang lebih kecil, sehingga penyebaran spesies asli dari satu lahan ke yang lain sulit atau tidak mungkin, dan memotong rute yang bermigrasi. Isolasi dapat menyebabkan penurunan spesies secara lokal, atau efek genetik seperti perkawinan sedarah. Spesies yang membutuhkan lahan hutan besar pun lenyap.

4. Dampak Proyek Pertambangan terhadap Kualitas Tanah

Aktivitas pertambangan mampu mencemari tanah di area yang luas termasuk kegiatan pertanian yang berada dekat dengan proyek pertambangan. Risiko pada kesehatan dan lingkungan akibat tanah yang terkontaminasi dikategorikan atas 2 yakni tanah yang terkontaminasi akibat tertiuap angin, dan tanah terkontaminasi dari tumpahan kimia dan residu. Debu buram dapat menimbulkan masalah lingkungan, toksisitas debu yang melekat bergantung pada jarak dari reseptor lingkungan dan jenis bijih yang ditambang. Derajat arsenik, timbal, dan radionuklida yang tinggi pada debu yang tertiuap angin biasanya menimbulkan risiko terbesar. Tanah yang terkontaminasi dari tumpahan kimia dan residu di lokasi tambang mampu menimbulkan risiko kesehatan akibat kontak langsung dengan bahan-bahan berbahaya tersebut (ELAW 2010).

5. Dampak Proyek Pertambangan terhadap Nilai Sosial

Dampak sosial dari proyek pertambangan skala besar bersifat kontroversial dan kompleks. Pertambangan dapat menjadi gudang kekayaan, namun dapat juga berdampak buruk bagi pekerja, lingkungan ataupun masyarakat yang berdomisili di sekitar pertambangan. Terkadang rasa perlakuan tidak adil atau tidak diimbangi dengan baik di alami oleh masyarakat, sehingga menjadikan proyek pertambangan menyebabkan ketegangan sosial dan konflik yang keras. Terlebih ketika masyarakat berhadapan dengan pihak berwenang dan sektor ekonomi yang lemah, dan atau bila dampak lingkungan dari pertambangan (tanah, air, dan polusi) mempengaruhi subsisten dan kehidupan masyarakat lokal.

Proses AMDAL harus menegakkan mekanisme yang memungkinkan masyarakat lokal memainkan peran efektif dalam pengambilan keputusan. Aktivitas pertambangan harus memastikan bahwa hak dasar individu dan masyarakat yang terkena dampak ditegakkan dan tidak dilanggar. Ini harus mencakup hak untuk mengendalikan dan menggunakan lahan; hak untuk air bersih,

lingkungan yang aman, dan penghidupan; hak untuk bebas dari intimidasi dan kekerasan; serta hak untuk diberi kompensasi atas kerugian yang terjadi.

Pemindahan dan pemukiman kembali masyarakat. Menurut Institut Lingkungan dan Pembangunan Internasional: "Perpindahan komunitas yang menetap merupakan penyebab kemarahan dan konflik dengan pihak pertambangan berskala besar. Selain kehilangan rumah mereka, masyarakat mungkin kehilangan tanah hingga penghidupan ekonomi mereka. Pada akhirnya, pengungsi sering menetap di daerah tanpa sumber daya yang memadai atau ditempatkan dekat dengan daerah tambang namun menanggung bahaya pencemaran dan kontaminasi. Pemindahan paksa ini turut menjadi bahaya besar pada sebahagian masyarakat adat yang memiliki ikatan budaya dan spiritual yang kuat dengan tanah leluhurnya International *Institute for Environment and Development* (2002) dalam (ELAW 2010). Dampak migrasi, berupa peningkatan populasi yang tiba-tiba juga dapat menyebabkan tekanan pada lahan, air, dan sumber daya lainnya serta membawa masalah sanitasi dan pembuangan limbah.

Hilangnya akses terhadap air bersih, menurut ilmuwan di University of Manchester (Inggris) dan Universitas Colorado (AS): "Dampak terhadap kualitas dan kuantitas air merupakan aspek yang paling diperdebatkan dari proyek pertambangan. Perusahaan bersikeras menyatakan penggunaan teknologi modern akan memastikan praktik pertambangan ramah lingkungan. Namun, terbukti terdapat dampak negatif dari kegiatan pertambangan di masa lalu dan menyebabkan masyarakat lokal dan hilir khawatir bahwa kegiatan penambangan baru akan berdampak buruk terhadap persediaan air mereka. Ketakutan tersebut memicu banyak konflik dan kadang-kadang menjadi sebuah kekerasan antara penambang dan masyarakat Bebbington, A., & Williams, M. (2008) dalam (ELAW 2010).

Dampak terhadap penghidupan, kegiatan penambangan tidak

dikelola dengan baik maka berdampak pula pada tanah yang terdegradasi, air, keanekaragaman hayati, dan sumber daya hutan, yang sangat penting bagi subsistem masyarakat setempat. Dalam hal ini, pihak manajemen proyek pertambangan semestinya harus memastikan bahwa hak-hak dasar individu dan masyarakat yang terkena dampak ditegakkan dan tidak dilanggar. Ini termasuk hak untuk mengendalikan dan menggunakan tanah, hak untuk air bersih, hak untuk mencari nafkah dan hak-hak lainnya yang sesuai dan tidak merugikan kedua belah pihak. Hak tersebut dapat dijamin dalam undang-undang nasional maupun internasional.

Masalah kesehatan masyarakat yang sering terjadi terkait dengan kegiatan penambangan meliputi:

- a. Air: Permukaan dan kontaminasi air tanah dengan logam dan elemen; kontaminasi mikrobiologis dari limbah dan limbah di tempat perkemahan dan tambang daerah pemukiman pekerja;
- b. Udara: Mengekspos konsentrasi sulfur dioksida yang tinggi, partikulat, logam berat, termasuk timbal, merkuri dan kadmium; dan
- c. Tanah: Deposisi unsur beracun dari emisi udara.

Aktivitas penambangan juga dapat mempengaruhi kualitas hidup dan kesejahteraan fisik, mental, dan sosial masyarakat setempat secara tiba-tiba. Terkadang pengeboran sering mengancam ketersediaan dan keamanan pangan, meningkatkan risiko kekurangan gizi. Selain itu, secara tidak langsung dampak dari penambangan pada kesehatan masyarakat mencakup peningkatan kejadian tuberkulosis, asma, bronkitis kronis, dan penyakit gastrointestinal.

Kegiatan pertambangan juga dapat menyebabkan dampak langsung dan tidak langsung terhadap sumber daya budaya. Dampak langsung dapat terjadi akibat konstruksi dan kegiatan penambangan lainnya. Dampak tidak langsung dapat terjadi akibat erosi tanah dan peningkatan aksesibilitas terhadap lokasi pertambangan saat ini atau yang diusulkan. Dampak potensial meliputi:

- a. Penghancuran sumber daya melalui gangguan atau penggalian permukaan;
- b. Degradasi atau perusakan, karena pola topografi atau hidrologi
- c. Perubahan atau dari pergerakan tanah (pemindahan, erosi, sedimentasi);
- d. Penghapusan artefak atau vandalisme yang tidak sah sebagai akibat dari peningkatan akses ke daerah yang sebelumnya tidak terjangkau;
- e. Dampak visual akibat pembersihan vegetasi, penggalian besar, debu, dan
- f. Kehadiran peralatan berskala besar, dan kendaraan (ELAW 2010).

6. Pertimbangan Perubahan Iklim

Setiap AMDAL untuk sebuah proyek yang berpotensi mengubah karbon global harus mencakup penilaian terhadap dampak karbon suatu proyek. Proyek pertambangan skala besar berpotensi mengubah karbon global setidaknya dengan cara berikut:

- a. Hilangnya serapan CO₂ oleh hutan dan vegetasi yang dibersihkan. Banyak proyek pertambangan berskala besar diusulkan di daerah hutan tropis yang sangat lebat oleh pepohonan yang sangat penting untuk menyerap karbon dioksida di atmosfer (CO₂) dan menjaga keseimbangan antara emisi CO₂ dan serapan CO₂. Dalam perhitungan AMDAL proyek pertambangan harus melakukan dengan hati-hati mengenai bagaimana setiap kerusakan hutan tropis yang diusulkan serta harus mencakup analisis potensi buruk yang dapat muncul di wilayah sekitar serta pelestarian kembali hutan tropis.
- b. CO₂ yang dikeluarkan oleh mesin (mis., Kendaraan bertenaga diesel) yang terlibat dalam penggalian dan pengangkutan bijih. AMDAL harus mencakup perkiraan kuantitatif emisi CO₂ dari mesin dan kendaraan yang akan dibutuhkan selama masa

proyek pertambangan. Perkiraan dapat didasarkan sesuai tingkat konsumsi bahan bakar (biasanya solar) dikalikan dengan faktor konversi yang berhubungan dengan unit (biasanya liter atau galon) bahan bakar yang dikonsumsi dan unit (biasanya metrik ton) CO₂ yang dikeluarkan.

- c. CO₂ yang dikeluarkan oleh pengolahan bijih menjadi logam (misalnya, dengan teknik pirok-metalurgi versus hidro-metalurgi). Contohnya; penilaian mineral CSIRO di Australia yang menggunakan metodologi *Life Cycle Assessment* untuk memperkirakan emisi siklus hidup gas rumah kaca dari produksi tembaga dan nikel, termasuk pertambangan (ELAW 2010). Penilaian ini menemukan bahwa emisi gas rumah kaca *Life Cycle* dari produksi tembaga dan nikel berkisar 3,3 kilogram (kg) CO₂ per kg logam untuk tembaga yang dihasilkan dengan peleburan hingga 16,1 kg CO₂ per kg logam untuk nikel yang dihasilkan oleh pelindian asam tekanan diikuti oleh ekstraksi pelarut dan pelepasan elektrik Norgate and Rankin (2000) dalam (ELAW 2010). Intinya bahwa penambangan logam menghasilkan lebih dari 1 kg gas rumah kaca untuk setiap 1 kg logam yang dihasilkan, dan ini tidak memperhitungkan hilangnya serapan karbon yang hilang dari hutan yang dibuka.

Untuk manajemen risiko dan keselamatan dan kesehatan kerja yang dapat diimplementasikan di sektor pertambangan dapat di tinjau pada Bab 10 dalam buku ini.

BAB



UNDANG-UNDANG TENTANG PERTAMBANGAN



Gambar.14 Keadilan hukum negara

Source: <http://yogadwiardianzah.student.umm.ac.id/2017/08/09/>

Telah diketahui bahwa aktivitas pertambangan tentu akan menimbulkan berbagai dampak baik dampak positif ataupun negatif. Bukan hanya dari segi ekonomi namun dampak bagi pekerja, lingkungan, masyarakat yang berdomisili di sekitar wilayah penambangan, hewan, tumbuhan hingga biota-biota kecil di perairan pun akan turut mengalami suatu dampak, secara rinci *hazard* terkait pertambangan di bahas pada Bab IV. Olehnya segala bentuk regulasi harus diperhatikan dan ditetapkan sedemikian rupa dari segala jenis aspek agar tidak menimbulkan konsekuensi yang merusak.

Lembaga publik eksekutif non-departemen yakni *Health and Safety Executive* (HSE) merupakan badan pengawas independen yang

dibangun untuk mengurangi kematian akibat pekerjaan, cedera, dan kesehatan yang buruk termasuk pada perlindungan atas pekerja di sektor pertambangan. Lembaga ini turut menyediakan ketentuan atau bimbingan perundang-undangan terkait pertambangan seperti pada terbitan mengenai “*The Mines Regulations 2014*”. Adapun secara singkat isi dari regulasi tersebut tampak pada tabel.1 berikut.

Tabel.1 Regulasi pada Pertambangan

Bagian 1 Interpretasi Dan Umum	
Peraturan 1	Kutipan terkait awal dan tingkatan
Peraturan 2	Interpretasi
Peraturan 3	Arti dari tambang
Peraturan 4	Penerapan atas peraturan
Bagian 2 Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan	
Peraturan 5	Tugas Pemilik
Peraturan 6	Pemberitahuan Terkait Operasi Penambangan
Peraturan 7	Tugas Umum Operator Tambang
Peraturan 8	Kerja Sama
Peraturan 9	Dokumen Kesehatan Dan Keselamatan
Peraturan 10	Struktur Manajemen
Peraturan 11	Kompetensi
Peraturan 12	Petunjuk, Peraturan Dan Skema
Peraturan 13	Izin Bekerja
Peraturan 14	Pemeriksaan Tambang
Peraturan 15	Pemeliharaan Dan Pemeriksaan Peralatan
Peraturan 16	Laporan terkait pekerja Di Bawah Tanah
Peraturan 17	Area Bahaya
Peraturan 18	Ketentuan terkait Keamanan dalam Melaporkan Risiko Yang mungkin muncul di masa Akan Datang
Bagian 3 Pengendalian Bahaya Utama	
Peraturan 19	Tugas Umum
Peraturan 20	Rencana Perlindungan Kebakaran
Peraturan 21	Penerapan Peraturan
Peraturan 22	Atmosfer Peledak
Peraturan 23	Risiko Pengapian
Peraturan 24	Penerapan Peraturan 25 Dan 26
Peraturan 25	Pembakaran Dan Pengelasan Di Tambang Batubara
Peraturan 26	Risiko Ledakan Di Tambang Batu Bara

Peraturan 27	Penerapan Peraturan 28 Sampai 31
Peraturan 28	Tugas Umum Yang Berkaitan Dengan Bahan Peledak
Peraturan 29	Tugas Yang Berkaitan Dengan Bahan Peledak Di Tambang Dengan Bahan Peledak Atmosfer
Peraturan 30	Penyimpanan Bahan Peledak
Peraturan 31	Aturan
Peraturan 32	Tugas Untuk Melakukan Tindakan Pengendalian
Peraturan 33	Tindakan Pencegahan Terhadap Embun Darurat
Peraturan 34	Informasi Tentang Bahaya Banjir
Peraturan 35	Pekerjaan Tambang Secara Potensial Daerah Berbahaya
Peraturan 36	Konstruksi Dan Modifikasi Poros
Peraturan 37	Peralatan Di Poros Dan Gerai Yang Relevan
Peraturan 38	Fitur Keselamatan Aparatus Berliku
Peraturan 39	Pemeriksaan, Perawatan Dan Pengujian
Peraturan 40	Sinyal Dan Komunikasi
Peraturan 41	Sistem Transportasi
Peraturan 42	Aturan Transportasi
Bagian 4 Ventilasi	
Peraturan 43	Ventilasi
Bagian 5 Lingkungan Tambang	
Peraturan 44	Penerapan <i>Cosh</i> Di Bawah Tanah Di Tambang Batubara
Peraturan 45	Penilaian dan pengendalian debu yang dapat dihirup dan yang dapat dihirup di tambang batu bara
Peraturan 46	Pencahayaan
Peraturan 47	Lampu Pribadi
Bagian 6 Safe exit, escape dan rescue	
Peraturan 48	Keluar Dari Tambang
Peraturan 49	Cara Keluar Dari Tempat Kerja
Peraturan 50	Rute Darurat Dan Pintu Darurat
Peraturan 51	Perlengkapan Tambahan
Peraturan 52	<i>Intake Airways</i>
Peraturan 53	Tugas Operator Tambang Untuk Melarikan Diri Dan Penyelamatan
Peraturan 54	Rencana Pelarian Dan Penyelamatan
Peraturan 55	Peralatan Dan Sistem Komunikasi Darurat
Peraturan 56	Pelatihan Dan Informasi
Peraturan 57	Penyelamat Sendiri
Bagian 7 Surveyor dan Rencana	

Peraturan 58	<i>Surveyor</i>
Peraturan 59	Rencana Kerja, Seksi, Rencana Ventilasi Dan Peta Geologi
Bagian 8 Tips dan tipping	
Peraturan 60	Tugas Umum Untuk Menjamin Keamanan Tip
Peraturan 61	Penilaian Tip
Peraturan 62	Penilaian Geoteknik
Peraturan 63	Tip Yang Merupakan Bahaya Yang Signifikan (Tip Yang Dapat Dikenali)
Peraturan 64	Catatan Zat Tip
Peraturan 65	Pemberitahuan Tip
Peraturan 66	Tip Aturan
Peraturan 67	Kiat Terbangkalai
Bagian 9 General	
Peraturan 68	Pencatatan Catatan
Peraturan 69	Rencana Tambang Yang Ditinggalkan
Peraturan 70	Pembebasan
Bagian 10 Ketentuan Transisi, Pencabutan, Pencabutan Dan Modifikasi	
Peraturan 71	Ketentuan Peralihan: Umum
Peraturan 72	Ketentuan Peralihan: Tip
Peraturan 73	Ketentuan Transisi: Tambang <i>Winsford</i>
Peraturan 74	Pengabaian Dan Pencabutan
Peraturan 75	Modifikasi
Peraturan 76	Tinjauan

Sumber : (*Health and Safety Executive 2015*)

A. Amerika Serikat

Di amerika serikat, undang-undang federal yang mengatur tentang pertambangan di berikan tanggung jawab atas beberapa agen federal, seperti *Environmental Protection Agency (EPA)*, dalam mengatur operasi penambangan terkait sumber air seperti Undang-Undang Air Minum yang Aman, yang sesuai dengan kebutuhan dalam aktivitas operasi penambangan tertentu. Berikut organisasi yang menangani regulasi terkait pertambangan yakni;

1. *National Environmental Policy Act (NEPA)*

- NEPA (disahkan tahun 1969) bertanggung jawab atas proses dalam mengevaluasi dan mengkomunikasikan konsekuensi lingkungan dari keputusan dan tindakan Federal, seperti perizinan atas pengembangan tambang baru di lahan Federal.
2. *Clean Air Act (CAA)*
CAA (disahkan tahun 1970) bertanggung jawab memberi wewenang terkait regulasi dalam mengatasi polusi udara yang berpotensi membahayakan kesehatan manusia atau sumber daya di lingkungan. Seperti pengontrolan emisi pada mobil, pengontrolan emisi debu dalam pengoperasian atau pembuangan tailing dalam impoundments, emisi gas buang dari alat berat, emisi dari fasilitas pengolahan dan lain sebagainya.
 3. *Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)*
RCRA (disahkan tahun 1976), bertanggung jawab untuk mencegah pelepasan limbah berbahaya ke lingkungan dengan memberikan pengelolaan dari generasi ke generasi atau berlanjut.
 4. *Clean Water Act (CWA)*
CWA, (disahkan tahun 1977), bertanggung jawab memberi wewenang kepada peraturan yang mencakup pembuangan polutan beracun dan tidak beracun ke perairan permukaan negara. CWA memiliki tugas yang berat pula karena wajib membuat semua permukaan air aman dan akhirnya menghentikan semua limbah berbahaya. Salah satu alat cara yang ditetapkan berupa sistem perizinan untuk pembuangan air permukaan, yang dikenal sebagai *The National Pollutant Discharge Elimination System*. CWA ini bertugas mencakup situasi terkait pembuangan air di lokasi pertambangan, pemompaan atau pengeringan air tambang ke permukaan, aliran air hujan di wilayah operasi pertambangan, dan pengendalian air yang merembes dari pembuangan tailing tambang.

5. *Toxic Substances Control Act (TSCA)*
TSCA (disahkan tahun 1977), berfokus pada pengendalian pengembangan dan penerapan zat kimia baru dan yang sudah tersedia. Bahan kimia dan bahan berbahaya yang digunakan dalam pengolahan konsentrat bijih atau bijih, seperti larutan sianida natrium yang digunakan dalam pelindian bijih emas, diatur dalam TSCA.
6. *Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act (CERCLA)*
CERCLA, (disahkan tahun 1980), segala jenis bahan berbahaya didefinisikan secara luas di bawah naungan CERCLA. Definisi pertanggungjawaban sangat luas dan kontroversial di bawah CERCLA dan memberikan kekuatan penegakan hukum yang lebih besar kepada regulator (American Geosciences Institute 2014).

B. Kanada

Keselamatan dan kesehatan kerja di Kanada diatur dari berbagai kombinasi undang-undang tersedia terkait pertambangan dan undang-undang federal di provinsi atau wilayah. Hukum federal utama adalah Kode Perburuhan di Kanada Bagian II. Misalnya mengenai tambang batu bara, regulasinya meliputi:

1. Tugas pengusaha dan karyawan serta komisi pembentukan Keselamatan Pertambangan Batubara.
2. Bagian 125.3 - Menetapkan tugas setiap pemilik pertambangan batubara, meliputi:
 - a. Kepatuhan terhadap kondisi yang diberlakukan oleh Komisi Keselamatan Pertambangan Batubara;
 - b. Izin inspeksi; dan
 - c. Menyerahkan semua rencana dan prosedur kepada Komisi Keselamatan Tambang Batubara dan menyesuaikan kegiatan dengan rencana tersebut.

Selain itu, ketentuan mensyaratkan bahwa pengusaha harus mendapatkan persetujuan untuk mengoperasikan mesin yang tidak memiliki standar keselamatan; dan menelusuri karyawan atau siapapun yang terlibat untuk alkohol dan narkoba.

Undang-undang juga menetapkan tugas karyawan (126. (1)), hak karyawan untuk menolak mengoperasikan mesin atau benda yang dianggap membahayakan karyawan (128), hak karyawan untuk mengajukan keluhan (133), komite wajib memberikan keselamatan dan kesehatan untuk pekerja (135), membentuk Komisi Keselamatan Tambang Batubara (137), dan sebagainya

Pemilik dan karyawan di Kanada dilindungi atas undang-undang keselamatan dan kesehatan yang dibentuk atas adopsi ketentuan di provinsi dan wilayah. Kebanyakan ketentuan umum yang berlaku mirip dengan aturan Perburuhan Kanada Bagian II. Selain itu, peraturan perundang-undangan di provinsi dapat mencakup ketentuan mengenai berbagai masalah keselamatan dan kesehatan kerja. Misalnya, Peraturan Alberta 292/95 tentang Keselamatan Tambang mencakup ketentuan tentang: pelatihan dan sertifikasi; rencana tanggap darurat; bahan peledak; ventilasi; deteksi gas; dan pencegahan kebakaran.

C. Afrika Selatan

Perundang-Undangan Kesehatan dan Keselamatan terkait Tambang di Afrika Selatan disahkan awalnya pada Undang-Undang Nomor 29 Tahun 1996 dan hingga saat ini telah beberapa kali mengalami perubahan. Aturan ini merupakan undang-undang komprehensif yang mencakup ketentuan mengenai:

1. Tanggung jawab pemilik untuk memastikan kesehatan dan keselamatan melalui tindakan seperti: pembuatan kebijakan keselamatan dan kesehatan kerja dan kode praktik, pelatihan, identifikasi bahaya, penyelidikan, pekerjaan higiene industri, pembentukan sistem pengawasan medis dan pencatatan ;

2. Hak dan tanggung jawab karyawan termasuk hak untuk menolak atau meninggalkan area kerja yang tidak aman;
3. Pemilihan dan pembuatan atas keselamatan dan kesehatan kerja yang sesuai (tambang dengan 20 atau lebih karyawan) dan komite keselamatan dan kesehatan kerja (tambang dengan 100 atau lebih karyawan);
4. Penciptaan Inspektorat Kesehatan dan Keselamatan Tambang; dan
5. Pembentukan Dewan Kesehatan dan Keselamatan Tambang tripartit.

Undang-undang tersebut telah diubah sejak tahun 1996 termasuk:

1. Undang-undang No. 72 tahun 1997, Undang-undang Perubahan Kesehatan dan Keselamatan Tambang, 1997. Mengubah Undang-Undang Kesehatan dan Keselamatan Tambang tahun 1996 untuk menyediakan sistem denda, untuk mengatur lebih lanjut institusi tripartit serta untuk memberikan partisipasi perwakilan kesehatan dan keselamatan kerja bertanggung jawab atas tempat kerja dalam penyelidikan yang relevan.
2. Konstitusi Dewan Kesehatan dan Keselamatan Tambang, 1997 tentang masalah prosedural Kesehatan dan Keselamatan Tambang; dan
3. Perubahan Peraturan Kesehatan dan Keselamatan Tambang (No. R. 846) 1997

D. Jerman

Sistem kesehatan dan keselamatan di Jerman merupakan suatu hal yang otomatis dari dana asuransi kecelakaan yang memiliki hak untuk mendapat penanganan terkait (melalui keanggotaan wajib) untuk pertanggungansian asuransi dan membuat program pencegahan di tempat kerja. Undang-undang dasar yang berlaku pada pekerja mencakup keselamatan dan kesehatan kerja di Jerman adalah:

1. Undang-Undang Keselamatan Kerja pada tahun 1996 yang berjudul, Undang-Undang untuk menerapkan Pedoman tentang Keselamatan Kerja dan Pedoman Keselamatan Kerja Tambahan.
2. Bagian VII dari Kode Sosial tentang asuransi kecelakaan kerja menurut undang-undang.

Selain itu, tempat kerja di Jerman tunduk pada Hukum Dokter Perusahaan, Insinyur Keselamatan dan Penasihat Keselamatan Industri. Ada banyak peraturan yang mencakup pertambangan termasuk ordonansi tanggal 31 Juli 1991 tentang perlindungan kesehatan pekerja tambang, meliputi: pemeriksaan kesehatan, zat berbahaya, kebisingan dan kontrol getaran.

E. Jepang

Tambang keselamatan dan kesehatan di Jepang diatur oleh Menteri Perdagangan Internasional dan Industri melalui Biro Keselamatan dan Inspeksi Tambang dan Departemen Keselamatan dan Inspeksi Tambang. Undang-Undang Keselamatan pada aktivitas pertambangan di Jepang merupakan peraturan komprehensif yang mencakup ketentuan mengenai:

1. Tugas pemilik tambang dan pekerja tambang;
2. Penetapan persyaratan pelatihan oleh Kementerian;
3. Pekerja wajib mendapat perlindungan keselamatan oleh pemilik tambang;
4. Pembentukan wajib atas komite keselamatan tambang;
5. Hak kementerian untuk memeriksa instalasi baru atas struktur atau peralatan;
6. Hak Kementerian untuk memeriksa tambang dan menutup tambang pada situasi bahaya yang akan terjadi;
7. Pembentukan dan cara kerja Dewan Pertambangan Tambang Pusat (digunakan untuk meninjau tata cara yang diusulkan); dan

8. Pembentukan Pusat Pelatihan Teknologi Keselamatan Tambang.

F. Filipina

Undang-Undang Pertambangan Filipina tahun 1995 (Undang-Undang Republik Nomor 7942) menetapkan "sistem baru eksplorasi, pengembangan, pemanfaatan, dan konservasi sumber daya mineral." Undang-undang tersebut menetapkan Biro Pertambangan dan Geosains dari Departemen Sumber Daya Lingkungan dan Sumber Daya Filipina sebagai badan utama pemerintah untuk penegakan hukum.

Kantor Pusat Bagian Lingkungan dan Keselamatan Pertambangan Biro Filipina menyatakan bahwa mereka bertanggung jawab atas "audit keselamatan dan kesehatan anak-anak", dan mengkoordinasikan "program nasional keselamatan dan kesehatan operasi penambangan". Kantor regional Divisi menunjukkan bahwa mereka bertanggung jawab atas "penegakan dan pemantauan kepatuhan terhadap ketentuan lingkungan dan keselamatan" Undang-undang tersebut termasuk "Program Limbah dan Keselamatan dan Kesehatan Kerja".

Bab XI (Keselamatan dan Perlindungan Lingkungan), Bagian 63 sampai dengan 68 Undang-undang menetapkan undang-undang dasar mengenai keselamatan dan perlindungan lingkungan tambang. Undang-undang menetapkan bahwa:

1. Semua kontraktor dan *permittees* harus mematuhi semua peraturan dan peraturan yang diundangkan oleh Departemen;
2. Umur minimum pekerjaan tambang bawah tanah adalah 18 dan 16 untuk tahap penambangan lainnya;
3. Operasi pertambangan dan penggalian dengan 50 atau lebih karyawan harus mempekerjakan setidaknya satu insinyur pertambangan dengan pengalaman 5 tahun dan 1 mandor terdaftar;

4. Direktur regional harus "memiliki yurisdiksi eksklusif atas pemeriksaan keselamatan semua instalasi.
5. Direktur regional memiliki wewenang untuk mengeluarkan perintah agar mematuhi segala peraturan, seperti dalam kasus "bahaya yang mengancam kehidupan atau properti", dengan segera menangguhkan operasi pertambangan atau penggalian; dan
6. "Penanggung jawab" operasi pertambangan atau penggalian harus melaporkan semua kecelakaan atau insiden" termasuk bahaya kehilangan nyawa atau luka fisik yang serius ke kantor regional (U.S. Department of Labor | n.d.).

G. Cina

Cina memiliki berbagai peraturan perundang-undangan terkait dengan isu-isu termasuk polusi air, udara dan limbah padat, tenaga kerja dan keselamatan, serta kompensasi untuk pembebasan lahan di sektor pertambangan. Meskipun peraturan lingkungan Cina relatif berkembang dengan baik, di tempat-tempat yang tidak memiliki detail, dan penegakan yang konsisten seringkali masih kurang. Berikut ringkasan hukum utama dalam peraturan pertambangan di Cina.

Tabel.2 Hukum Pertambangan di Cina

Institusi	Peran
<i>Ministry of Land and Resources (MLR)</i>	<ol style="list-style-type: none"> a. Prinsip badan bertanggung jawab atas regulasi pengembangan sumber daya mineral. b. Memeriksa dan menyetujui aplikasi untuk mengeksplorasi dan menambang sumber daya mineral. c. Mendaftarkan dan memberikan lisensi.
<i>Ministry of Environmental Protection (MEP)</i>	<ol style="list-style-type: none"> a. Melakukan penilaian mengenai isu kualitas lingkungan. b. Memonitor pengembangan dan pemanfaatan sumber daya alam.

Institusi	Peran
	<ul style="list-style-type: none"> c. Mengawasi pelaksanaan undang-undang dan peraturan lingkungan hidup. d. Bertanggung jawab untuk mengevaluasi laporan penilaian dampak lingkungan.
<i>Ministry of Industry and Information Technology (MIIT)</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Mengembangkan standar dan perencanaan untuk reorganisasi industri kunci. b. Langkah yang diadopsi untuk mengurangi kelebihan kapasitas dan polusi di bidang pertambangan dan mineral industri pengolahan. c. Bertujuan untuk meningkatkan standar dan meningkatkan efisiensi, menghapuskan teknologi usang, menghemat energi dan mengurangi emisi.
<i>State-Owned Assets Supervision and Administration Commission (SASAC)</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Di bawah pengawasan dewan negara, mengawasi badan usaha milik negara. b. Mempromosikan reformasi dan restrukturisasi soes. Dan tata kelola perusahaan yang lebih baik. c. Menunjuk dan menyingkirkan eksekutif puncak soes. d. Mendorong peningkatan tanggung jawab sosial perusahaan di soes..
<i>State Administration of Work Safety (SAWS)</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Di bawah pengawasan dewan negara, bertanggung jawab atas pengawasan dan pengaturan keselamatan kerja di china. b. Mengorganisasikan penyelidikan atas kecelakaan besar saat diberi wewenang oleh dewan negara. c. Administrasi negara keselamatan tambang batubara (sacms) berada di bawah pengawasan saws.

Sumber : (*The Climate and Finance Policy Centre 2014*)

H. Indonesia

Di Indonesia, dengan letaknya yang berada di jalur khatulistiwa memiliki sejumlah kekayaan akan keanekaragaman flora dan fauna dari jutaan tahun silam. Melalui proses pemanasan dan

tekanan tinggi, tumbuhan dan organisme purba dapat berubah menjadi kekayaan alam berupa batubara, minyak bumi, gas alam dan sebagainya yang dapat dimanfaatkan dalam kebutuhan sehari-hari (Jeffrey, 2015).

Hampir sama dengan beberapa negara yang memiliki kekayaan alam di bidang pertambangan, Indonesia turut membuat perundang-undangan terkait pertambangan baik dari pengelolaan, keselamatan pekerja hingga ketentuan atas wilayah atau masyarakat sekitar. Menurut Asosiasi Pertambangan Indonesia (API) dan PPID Provinsi Kalimantan Tengah, terdapat beberapa undang-undang terkait Pertambangan (*Mining*) yang berlaku di Indonesia yakni sebagai berikut:

1. Undang-undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja;
2. Instruksi Presiden Nomor 1 Tahun 1976 tentang Sinkronisasi Pelaksanaan Tugas Bidang Keagrariaan dengan Bidang Kehutanan, Pertambangan, Transmigrasi Dan Pekerjaan Umum;
3. Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor 555.K/26/M.PE/1993 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pertambangan Umum;
4. Keputusan Presiden Nomor 75 Tahun 1996 tentang Ketentuan Pokok Perjanjian Karya Pengusahaan Pertambangan Batubara;
5. Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor 1211.K/008/M.PE/1995 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Perusakan Dan Pencemaran Lingkungan pada Kegiatan Usaha Pertambangan Umum;
6. Undang-Undang Nomor 20 Tahun 1997 tentang Penerimaan Negara Bukan Pajak;
7. Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 1999 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan
8. Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan;

9. Keputusan Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral Nomor 1453.K/29/MEM/2000 tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Tugas Pemerintah di Bidang Pertambangan Umum;
10. Undang-Undang No.32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah;
11. Undang-undang Nomor 25 Tahun 2007 tentang Penanaman Modal;
12. Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007 tentang Pembagian Urusan Pemerintahan Antara Pemerintah, Pemerintahan Daerah Provinsi dan Pemerintahan Daerah Kabupaten/Kota;
13. Undang-undang No.4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral Dan Batubara;
14. Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup;
15. Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Tengah Nomor 6 Tahun 2010 tentang Retribusi Jasa Umum;
16. Peraturan Pemerintah RI No. 10 Tahun 2010 Tentang Tata Cara Perubahan Peruntukan dan Fungsi Kawasan Hutan;
17. Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2010 tentang Wilayah Pertambangan;
18. Peraturan Pemerintah RI No. 23 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara;
19. Peraturan Pemerintah RI No. 55 Tahun 2010 tentang Pembinaan dan Pengawasan Penyelenggaraan Pengelolaan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara;
20. Peraturan Pemerintah RI No. 78 Tahun 2010 tentang Reklamasi dan Pascatambang;
21. Peraturan Pemerintah RI No. 24 Tahun 2012 Tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 2010

- tentang Pelaksanaan Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara;
22. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2012 tentang Jenis Usaha dan atau Kegiatan yang Wajib Dilengkapi dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup;
 23. Peraturan Menteri ESDM No.24 Tahun 2012 tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 28 Tahun 2009 tentang Penyelenggaraan Usaha Jasa Pertambangan Mineral dan Batubara;
 24. Instruksi Presiden No. 1 Tahun 2012 tentang Pelaksanaan dan Pengawasan Terkait Kegiatan Usaha Pertambangan Batubara;
 25. Keputusan Presiden No. 3 Tahun 2012 tentang Tim Evaluasi Untuk Penyesuaian Kontrak Karya dan Perjanjian Karya Perusahaan Pertambangan Batubara;
 26. Peraturan Pemerintah Nomor 9 Tahun 2012 tentang Jenis dan Tarif Atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak Yang Berlaku Pada Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral;
 27. Peraturan Menteri ESDM No. 11 Tahun 2012 Tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Nomor 07 Tahun 2012 tentang Peningkatan Nilai Tambah Mineral Melalui Kegiatan Pengolahan dan Pemurnian Mineral;
 28. Peraturan Menteri ESDM No. 7 Tahun 2012 Tentang Peningkatan Nilai Tambah Mineral Melalui Kegiatan Pengolahan dan Pemurnian Mineral;
 29. Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Tengah Nomor 15 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Pertambangan Mineral dan Batubara yang Berkelanjutan dan Berwawasan Lingkungan;
 30. Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 2012 tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 23 tahun 2010 tentang Pelaksanaan Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara;

31. Peraturan Menteri Nomor 32 Tahun 2013 tentang Tata Cara Pemberian Izin Khusus Di Bidang Pertambangan Mineral dan Batubara;
32. Peraturan Pemerintah No. 1 Tahun 2014 tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Pemerintah Nomor 23 tahun 2010 tentang Pelaksanaan Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara;
33. Undang-undang Nomor 23 tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah; dan
34. Peraturan Menteri ESDM No. 34 Tahun 2017 tentang Perizinan Di Bidang Pertambangan Mineral dan Batubara (Indonesian Mining Association 2016); (PPID - Pemprov Kalteng 2015).

BAB



HAZARD & RISIKO DI PERTAMBANGAN



Gambar.15 Proses pertambangan di permukaan

Source: <http://www.hukumpertambangan.com/>

Menurut *Canadian Centre for Occupational Health & Safety*, hazard merupakan suatu kondisi atau potensi bahaya, dimana hazard ini dibagi atas dua kategori, yakni bahaya terkait kesehatan (menyebabkan penyakit akibat kerja) dan bahaya Keselamatan (menyebabkan kerusakan fisik - luka). Sedangkan risiko adalah kesempatan atau kemungkinan seseorang akan terluka atau mengalami efek kesehatan yang merugikan jika terkena bahaya. Ini mungkin juga berlaku untuk situasi dengan kehilangan harta atau

peralatan, atau dampak buruk terhadap lingkungan. Adapun faktor yang mempengaruhi tingkat atau kemungkinan risiko yakni;

1. Sifat eksposur: seberapa banyak individu terpapar keadaan atau kondisi berbahaya (misalnya, berapa kali sehari atau setahun sekali);
2. Bagaimana orang tersebut dapat terkena (misalnya bernapas dalam uap, kontak kulit); dan
3. Tingkat keparahan. Misalnya, satu zat bisa menyebabkan kanker kulit, sementara yang lain bisa menyebabkan iritasi kulit. (CCOHS 2005).

Di lingkungan kerja sektor pertambangan hazard yang sering ditemui seperti debu, kebisingan, getaran, tekanan panas dan masalah ergonomi yang berlebihan sehingga dapat menimbulkan risiko kesehatan bagi pekerja akibat paparan bahaya tersebut. Secara rinci dijelaskan sebagai berikut:

A. Debu dan Asap

Hazard terkait debu yang mengkontaminasi udara di lingkungan kerja pertambangan muncul atas proses selama operasi pengeboran, pengambilan mineral, pemuatan, penghancuran batu atau bijih, serta peledakan. Pekerja yang terpapar debu berlebihan dalam waktu lama mungkin menderita gangguan penyakit paru permanen, seperti silikosis (Walle, Jennings, and Walle 2001). Temuan Chen, *et al* (2012) memberikan bukti kuat bahwa paparan debu silika jangka panjang dikaitkan dengan kematian yang meningkat secara substansial di kalangan pekerja tambang di Cina. Peneliti menemukan hubungan respons paparan yang signifikan antara paparan debu silika dan kematian pada *cardiovascular diseases* (CVD), bahkan pada tingkat paparan yang lebih rendah sekalipun. Kejadian kumulatif pneumokoniosis adalah berkisar 20,3% dan tingkat kematian dari penyakit ini sangat tinggi yakni 61,7% (Chen et al. 2012).

Studi yang dilaksanakan pada pekerja tambang platinum di Afrika membuktikan 85 dari 3863 pekerja (2,2%) yang telah bekerja selama lebih dari setahun terbukti memiliki silikosis saat otopsi dan terdapat 490 pekerja (12,7%) memiliki nodul fibrotik pada kelenjar getah bening. kasus ini mendukung anggapan bahwa ada risiko paparan silika pada pekerja tambang khususnya dalam hal ini pada pekerja tambang platinum (Nelson and Murray 2013).

Penelitian yang dilaksanakan Absar, (2015) pada pekerja tambang di Pedesaan Rajasthan, India menemukan 58% pekerja tambang yang didiagnosis menderita silikosis sebelumnya telah diobati terkait TB. Pengobatan TB, durasi kerja di tambang (16-30 tahun) dan (30+ tahun) ditemukan sebagai faktor risiko Silikosis. Setelah 15 tahun bekerja di tambang diketahui penambang dapat terkena silikosis dan pada usia 65 tahun, semua penambang terkena silikosis jika melaksanakan aktivitas tersebut terus-menerus (Ahmad 2015).

Sehingga pelepasan debu ke atmosfer harus dapat dicegah atau sebisa mungkin diminimalisir, terutama di zona stagnan. Debu harus dikontrol atau ditekan oleh:

1. Menggunakan teknik pengeboran basah.
2. Menggunakan semprotan air selama pengambilan mineral, pemuatan, penghancuran.
3. Secara umum, setiap permukaan batu yang sedang dikerjakan harus tetap lembap untuk mengurangi pelepasan debu ke atmosfer (Walle, Jennings, and Walle 2001).

Termasuk asap yang berbahaya, yang dihasilkan selama operasi *shot-firing* yang mengandung gas beracun (seperti sulfur dioxide, nitrous oxide, nitric oxide, dll.), Jika terhirup, asap berbahaya ini berisiko menyebabkan kerusakan kesehatan yang serius. Para pekerja tambang seharusnya tidak mendekatkan wajah mereka setelah *shot-firing* dilakukan hingga debu dan gas dari ledakan tersebut benar-benar hilang. Selain itu, knalpot dari penggunaan mesin diesel juga

mengandung uap berbahaya, termasuk partikel yang sangat halus dan mudah dihirup.

Paparan diesel knalpot yang sering dan berkepanjangan mampu berisiko terhadap kesehatan dan harus dicegah. Sebisanya mungkin, peralatan diesel stasioner tidak boleh dioperasikan di zona stagnan atau dekat dengan tempat kerja. Orang tidak boleh bekerja atau bepergian dimana bahaya dapat muncul sebagai akibat dari pandangan yang terganggu karena debu atau asap (Walle, Jennings, and Walle 2001).

B. Kebisingan

Kisaran suara yang mampu didengar oleh seseorang sekitar 10 oktaf dari suatu tempat antara 16 dan 32 Hz (siklus per detik) ke suatu tempat yakni antara 16.000 dan 20.000 Hz. Rentang sensitivitas dan audibilitas pendengaran maksimum berkurang seiring bertambahnya usia. Kepala manusia sebenarnya bertindak sebagai penyeimbang alami antara kedua telinga yang mendengarkan suara, suara di satu sisi akan menghasilkan stimulus yang lebih intens dari telinga terdekat serta suara juga akan sampai di telinga terdekat tersebut lebih awal, sehingga membantu memberi mekanisme suara.

Saluran pada telinga bertindak sebagai tabung beresonansi dan benar-benar memperkuat suara antara 3000 dan 4.000 Hz yang menambah sensitivitas (dan kerentanan terhadap kerusakan) telinga pada frekuensi ini. Telinga sangat sensitif dan juga mampu merespon suara dengan intensitas sangat rendah, hingga getaran yang hampir tidak lebih besar dari pergerakan acak secara alami molekul udara. Rongga telinga bagian tengah cukup kecil dan sel-sel udara mastoid bertindak sebagai reservoir udara yang melindungi efek perubahan tekanan. Jika tekanan negatif berlangsung terlalu lama, cairan disekresikan oleh telinga tengah, menjadikan gangguan pendengaran konduktif.

Telinga luar dan tengah berfungsi untuk memperkuat sinyal suara pada bagiannya yakni dari bagian luar sampai telinga bagian

dalam sekitar 30 dB. Fungsi telinga bagian dalam sendiri adalah untuk transduksi getaran ke dalam impuls saraf. Rentang normal pendengaran manusia adalah 0 sampai 100 dB, telinga manusia sebenarnya telah mampu mengatur mekanisme dalam mengatasi berbagai intensitas suara yang muncul di lingkungan sekitar. Sel-sel rambut bagian luar telinga memainkan peran utama jika dirangsang oleh gelombang suara, mereka merespons secara aktif dan fisik, kerusakan pada sel rambut luar akibat paparan yang terlalu lama dengan kebisingan dapat mengganggu pendengaran atau tidak lagi berkontraksi dalam menanggapi suara sekalipun hanya sedikit suara dan sel-sel rambut bagian dalam juga tidak dapat terstimulasi lagi (Goelzer, Colin, and Gustav 2001).

Temuan Gyamfi et al. (2016) pada pekerja tambang di wilayah Ashanti-ghana memberikan bukti empiris mengenai tingkat kerusakan yang ditimbulkan pada pekerja tambang akibat paparan kebisingan yang berlebihan. Dimana semua mesin yang digunakan pada tambang ternyata menghasilkan suara yang melampaui ambang batas minimum dengan kadar mulai dari 85,5 dBA hingga 102,7 dBA.

Gangguan pendengaran pada pekerja tambang biasanya disebabkan oleh paparan berulang atau berkepanjangan terhadap tingkat kebisingan. Sumber emisi kebisingan di lingkungan kerja pertambangan meliputi kompresor, mesin pengeboran, palu atau peralatan mekanis lainnya yang digunakan di tambang. Olehnya sedapat mungkin, kasus akibat kebisingan dari sumber kebisingan yang telah diketahui harus diredam dengan bahan kedap suara yang efektif sehingga mengurangi emisi kebisingan hingga tingkat yang dapat ditolerir.

Melakukan pengaturan jarak antara sumber kebisingan dan pendengar seringkali merupakan metode praktis pengendalian kebisingan. Bila tindakan pengendalian kebisingan semacam itu tidak memungkinkan, alat perlindungan pendengaran pribadi yang nyaman dan praktis, seperti penyumbat telinga atau *ear muffs* yang disepakati harus digunakan oleh setiap pekerja yang terpapar dengan

tingkat kebisingan melebihi 90 dBA. Karena tekanan suara *pick-pammers* atau mesin bor biasanya melebihi tingkat yang dapat diterima, olehnya setiap pekerja yang bekerja dengan atau di sekitar alat tersebut harus selalu menggunakan pelindung telinga (Walle, Jennings, and Walle, 2001).

C. Getaran

Eksposur terkait getaran terdiri dari dua tipe yang berbeda: getaran lengan-tangan (biasanya terkait dengan perkakas listrik) dan getaran seluruh tubuh (biasanya terkait dengan kendaraan). Dalam kedua kasus tersebut, paparan getaran berdampak pada risiko MSD baik secara langsung maupun tidak langsung (Janet Torma Krajewski, Lisa J. Steiner, Burgess Limerick, 2009).

Pekerja tambang yang mengoperasikan mesin genggam, terutama pada bagian batuan pneumatik dan yang menggunakan palu selama satu jam sehari, dapat merasakan efek getaran di tangan dan lengan mereka. *Vibration White Finger* (VWF) atau "jari mati" dimulai saat jari merasakan mati rasa. VWF ini dapat menyebabkan gangren. Adapun pencegahan dan pengendalian *Vibration White Finger* menurut Walle, Jennings, and Walle, (2001) yakni:

1. Hindari lama menggunakan peralatan.
2. Gunakan peralatan modern dengan getaran yang sesuai.
3. Memperbaiki atau mengganti peralatan lama atau menggunakan anti getaran.
4. Sebaiknya seminimal mungkin menggunakan alat yang menggunakan pegangan dalam pengoperasian mesin kerja.
5. Mengaplikasikan alat berat untuk mengangkut barang atau alat agar kerja dapat lebih ringan.
6. Jika memungkinkan gunakan alat/bahan peredam getar untuk meminimalkan tingkat getaran.

Menurut Mcphee, Foster, and Long (2009), getaran pada tubuh pekerja tambang dapat terjadi disebabkan atas penggunaan kendaraan dan mesin pertambangan. Tiga sumber utama getaran

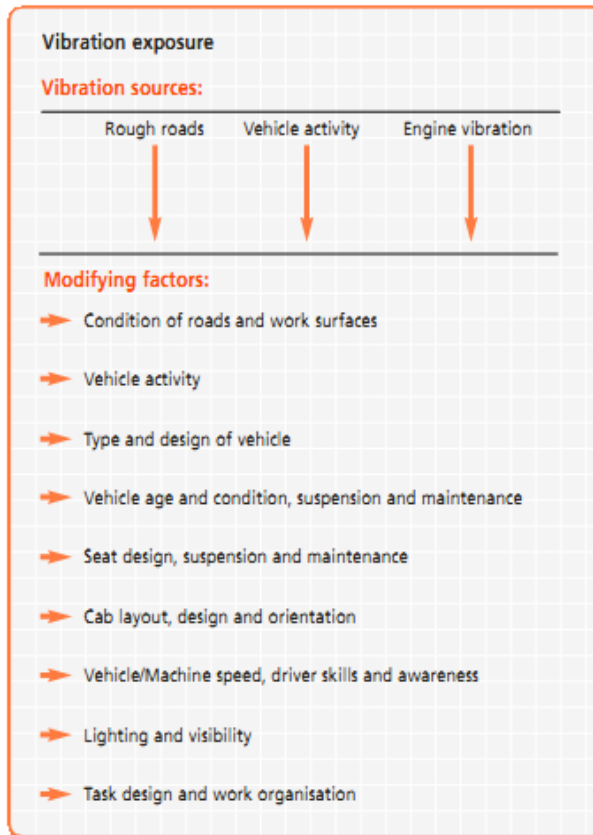
berbahaya pada kendaraan dan alat yang digunakan di lingkungan pertambangan yakni:

1. Permukaan jalan kasar atau tidak rata di lingkungan kerja pertambangan;
2. Aktivitas kendaraan mis. pemotongan atau mendorong bahan dalam dozer;
3. Getaran mesin sampai tingkat yang lebih rendah.

Whole-body vibration dapat ditransmisikan ke operator kendaraan atau mesin melalui jok kemudian ke tubuh pengemudi melalui kaki, pinggul, dan punggung. Terdapat banyak faktor yang dapat meningkatkan atau mengurangi eksposur untuk pengemudi. Ini termasuk:

1. Konstruksi dan pemeliharaan jalan (gradasi dll);
2. Tipe dan desain kendaraan;
3. Umur dan kondisi kendaraan;
4. Pemeliharaan sistem suspensi kendaraan;
5. Desain kursi, suspensi dan perawatan;
6. Tata letak, desain dan orientasi kabin;
7. Kecepatan kendaraan atau mesin, kemampuan dan kesadaran sopir;
8. Pencahayaan dan visibilitas;
9. Desain tugas dan organisasi kerja mis. mengurangi kebutuhan untuk memotong bahan di *buldoser*.

Cara terbaik untuk mengurangi sebagian besar getaran adalah mengendalikannya pada sumber utama seperti jika permasalahannya pada jalur operasional maka, dengan membuat semua jalan dan permukaan kerja menjadi lebih halus/rata merupakan solusi terbaik dalam penyelesaiannya. Berikut gambaran Modifikasi atas Eksposur Getaran pada lingkungan pertambangan.



Gambar.16 Pengubah eksposur getaran

D. Tekanan Panas/*Heat Stress*

Pekerja yang beraktivitas di luar ruangan khususnya di lingkungan kerja yang tergolong panas ekstrem mampu mengakibatkan munculnya penyakit dan atau cedera akibat kerja, seperti kram panas atau ruam panas, luka bakar, dehidrasi, dan lain sebagainya. Tekanan panas ini juga dapat meningkatkan risiko cedera pada pekerja dikarenakan telapak tangan menjadi berkeringat, kaca mata pengaman akan berkabut, dan merasakan pusing. Pekerja berisiko lebih besar terkena stres panas pada mereka yang berusia 65 tahun atau lebih, kelebihan berat badan, menderita

penyakit jantung atau tekanan darah tinggi. Olehnya pencegahan stres panas pada pekerja itu penting untuk dilaksanakan (CDC 2017).

Menurut *Workplace Safety North*, (2014) di pertambangan, paparan atas panas pada pekerja sangat tidak nyaman dan menjadikan tidak produktif. Di beberapa tambang Ontario, karyawan menghadapi tingkat paparan panas tinggi yang mampu menyebabkan stres panas selama aktivitas kerja reguler. Faktor lingkungan umum yang berperan dalam tekanan panas di pertambangan meliputi:

1. Sumber panas
 - a. *Auto-compression* merupakan penyumbang utama beban panas bawah tanah. Untuk setiap kilometer di kedalaman bawah tanah, suhu udara dapat meningkat sekitar 10°C karena kompresi otomatis. Namun, karena udara bawah tanah hampir seluruhnya tertutup oleh konduktor termal yang buruk pada batuan, disipasi panas dihambat.
 - b. Suhu bebatuan meningkat sesuai kedalaman dan dapat berkontribusi pada beban panas, namun merupakan penyumbang terkecil dan bergantung pada sifat batuan dan gradien geothermal.
 - c. *Flowing ground* dan posisi air menyebabkan kelembaban di udara meningkat. Jika airnya hangat atau panas, maka air akan menyumbang beban panas.
 - d. Peralatan dan mesin yang telah dimodifikasi menghasilkan beban panas yang signifikan ke area lokal dengan sedikit panas yang ditambahkan oleh area, peledakan, dan lampu atau penerangan yang baru-baru saja terisi atau diganti.
2. Suhu udara yang tinggi mungkin tidak hanya mengurangi kemampuan tubuh untuk mendinginkan diri. Tetapi, menjadikan suhu tubuh lebih tinggi dari suhu tubuh normalnya sehingga menambah kontribusinya atas rasa panas di tubuh.

3. Sedikit atau tidak ada ruang udara lagi untuk mengurangi kemampuan tubuh untuk menghilangkan panas melalui konveksi, dan penguapan keringat. Pakaian juga menghambat kemampuan tubuh untuk menjauhkan diri dari panas serta membatasi penguapan keringat.
4. Karena kelembaban relatif meningkat, udara secara berangsur-angsur kehilangan fungsinya untuk menguapkan keringat dari kulit serta dalam membantu mendinginkan tubuh. Di atas 70 persen kelembaban relatif, pendinginan tubuh melalui penguapan keringat sangat minim (Workplace Safety North, 2014).

Sebaiknya, pekerja harus diberi tahu tentang sifat stres panas, gejala (pusing, pingsan, sesak napas, palpitasi, dan ekstrem pada rasa haus) dan efek buruknya, serta tindakan preventif yang dapat dilakukan. Pekerja harus dibekali pengetahuan tentang panas yang dapat di toleransi yang turut berkaitan pada kecukupan konsumsi air, tidak hanya perlu memperhatikan kecukupan air pekerja juga harus memperhatikan konsumsi makanan yang seimbang. Pekerja wajib diberikan akses air minum yang cukup (jika perlu pekerja dibekali tempat air minum yang bisa dibawa-bawa), wadah tempat minum juga harus selalu diperhatikan kebersihannya, tidak disarankan mengkonsumsi minuman berkarbonasi dan minuman yang mengandung kafein dan konsentrasi gula atau garam dalam jumlah besar (Walle, Jennings, and Walle, 2001).

E. Ergonomi

Menurut *Centers for Disease Control and Prevention* (2016), ergonomi merupakan ilmu dalam merancang tugas, peralatan, dan lingkungan kerja untuk mengakomodasi kemampuan dan keterbatasan sebagian besar angkatan kerja. Ergonomi diestimasi mampu meningkatkan kinerja karyawan termasuk kesehatan, keselamatan, dan produktivitas. Upaya ergonomi di pertambangan bertujuan untuk mencegah gangguan muskuloskeletal dengan

mengurangi paparan postur canggung, pengerahan tenaga tinggi, dan tugas yang monoton. Lingkungan kerja di luar dan bawah tanah memperparah eksposur dan membuat usaha ergonomi lebih menantang daripada di sektor industri lainnya (CDC 2016).

Penelitian kuantitatif *cross-sectional* yang dilakukan pada pekerja tambang di Zambia, Afrika selatan dengan menggunakan sampel sebanyak 500 pekerja membuktikan, tingkat respons terkait faktor risiko ergonomi *musculoskeletal* yang berkaitan dengan pekerjaan berkisar 40,4% atau pada 202 pekerja. Pekerja bagian listrik dan mekanik dilaporkan memiliki frekuensi cedera tertinggi, dimana tubuh bagian belakang adalah bagian tubuh yang paling terpengaruh. Faktor risiko ergonomis yang secara konsisten dilaporkan oleh pekerja termasuk pada postur tubuh yang buruk serta mengangkat beban yang berat. Selain itu, terdapat hubungan yang signifikan ($p=0,020$) antara bekerja dengan punggung yang membungkuk. Signifikansi ($p = 0,049$) juga ditemukan di antara luka pergelangan tangan/tangan yang memegang benda yang tidak didukung kesesuaiannya (Kunda, Frantz, and Karachi, 2013).

Kajian di tahun yang sama pada pekerja tambang skala kecil di afrika bagian selatan menemukan, sejumlah bahaya kesehatan ergonomi telah mempengaruhi pekerja tambang di wilayah tersebut terlebih mereka bekerja di sektor pertambangan informal tanpa jaminan kesehatan dan keselamatan kerja. Sejumlah besar faktor berperan dalam faktor ergonomi seperti postur kerja (duduk, berdiri, membungkuk), gerakan tubuh (mendorong, menarik dan mengangkat), sifat fisik tugas (pengeluaran energi), faktor lingkungan (tekanan termal, kebisingan, getaran, iluminasi, kualitas udara), informasi yang didapat melalui display (secara visual atau melalui indra lainnya), hubungan antara kesehatan, keselamatan, kenyamanan dan efisiensi kinerja tugas di tempat kerja (Jerie, 2013).

Penerapan ergonomik pada wilayah pertambangan afrika selatan sepertinya masih menjadi masalah pada pekerja hingga saat ini, hal ini dibuktikan pada anggapan beberapa tahun lalu oleh

Schutte, (2005) yakni kontribusi ergonomi terhadap pertambangan di industri pertambangan Afrika Selatan nampaknya masih buruk, sehingga ergonomi sebagai praktik sebaiknya berkembang dan di masa depan akan menjadi lebih terintegrasi ke dalam sistem manajemen kerja secara keseluruhan (Schutte, 2005).

Menurut Walle, Jennings, and Walle (2001), banyaknya aspek pekerjaan di pertambangan menjadikan munculnya risiko cedera pada anggota tubuh bagian atas dan bawah atau tulang belakang pekerja. Olehnya persyaratan ergonomis dasar harus dipertimbangkan, termasuk tata letak tempat kerja, desain sejumlah peralatan, teknik kerja, waktu kerja dan pola istirahat. Pencegahan yang dapat dilakukan atas risiko yang dapat muncul akibat ketidakergonomian di tempat kerja atau wilayah tambang yakni sebagai berikut:

1. Hindari posisi bungkuk
 - a. Pada gerakan ritmis hindari yang monoton;
 - b. Gerakan horizontal lebih mudah dikendalikan daripada yang vertikal;
 - c. Hindari menjangkau barang atau sesuatu yang lebih jauh dari jangkauan;
 - d. Cobalah untuk menjaga gerakan simetris saat bekerja dengan kedua tangan;
2. Menggunakan kekuatan
 - a. Tindakan dinamis lebih baik daripada yang statis.
 - b. Temukan gerakan di mana ada kekuatan yang cukup untuk melaksanakan tugas, atau desain ulang tugas.
 - c. Untuk setiap sistem sendi, tulang, otot dan tendon, ada berbagai gerakan yang dapat dilakukan paling efisien. Tugas sebaiknya menggunakan rentang terkait gerakan; dan
 - d. Beban yang lebih berat yang dibawa di depan tubuh, sebaiknya lebih atau semakin di dekatkan ke tubuh (Walle, Jennings, and Walle, 2001).

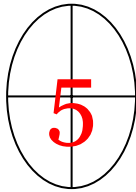
Proses manajemen risiko ergonomi yang baik memiliki beberapa elemen. Proses dimulai dengan membangun pemahaman tentang tugas dan interaksi yang terjadi antara pekerja dan peralatan, peralatan, stasiun kerja yang digunakan untuk menyelesaikan tugas, dan wilayah kerja/lingkungan tempat tugas dilakukan. Mengelola sejumlah risiko yang terkait dengan tugas manual memerlukan identifikasi eksposur faktor risiko. Jika eksposur tidak dapat dihilangkan, tingkat dan sumber risiko memerlukan penilaian khusus dalam penyelesaiannya. Kontrol atau intervensi potensial kemudian diidentifikasi, dievaluasi, dan diimplementasikan untuk mengurangi risiko.

Tujuan akhir dari proses manajemen risiko ergonomi adalah untuk memastikan bahwa semua tugas yang dilakukan di tempat kerja dapat dilakukan dengan pergerakan dinamis dan beragam dari semua wilayah tubuh dan area kerja dengan tingkat kekuatan rendah sampai sedang, postur tubuh yang nyaman dan bervariasi, tidak ada paparan terhadap keseluruhan tubuh atau getaran pada lengan-tangan, dan pengambilan istirahat sejenak pada interval yang tepat untuk mengembalikan pemulihan (Janet Torma Krajewski, Lisa J. Steiner, Burgess Limerick, 2009).

Sebagai tambahan, menurut (Ontario Ministry of Labour, 2017), beberapa contoh paparan yang dapat menyebabkan penyakit akibat kerja di pertambangan meliputi:

1. Gas peledakan: karbon dioksida, karbon monoksida, oksida nitrogen, amonia, dan sulfur dioksida
2. Emisi diesel: karbon elemental / organik, karbon monoksida, nitrogen dioksida, sulfur dioksida
3. Pengeboran, mucking, rockbreaking: silika, debu umum
4. Penyulingan: logam, sulfur dioksida, debu, reagen kimia
5. Asap pengelasan, dari pemanasan dan pembakaran permukaan logam

BAB



HAZARD & RISIKO DI PERTAMBANGAN MIGAS



Gambar.17 Proses pertambangan migas (Indonesia)

Source: <http://news.metrotvnews.com/read/2015/02/07/355245/pascaterbakar-aktivitas-sumur-minyak-mentah-di-aceh-terhenti>

Banyak teori telah menjelaskan penyebab kecelakaan dan cedera, salah satunya menurut Karmis (2001) ketika terjadi kecelakaan akibat bahaya di tempat kerja, dapat dikategorikan atas dua yakni benda mengenai manusia/pekerja dan seseorang berhubungan langsung dengan sebuah objek (penggunaan). Terkadang proses fisiologis dan biomekanik yang otonom menyebabkan luka dan penyakit (misalnya, Gangguan atas gerakan berulang).

Namun, sebagian besar cedera di industri pertambangan dapat dikategorikan oleh salah satu dari dua penyebab tersebut. Adapun beberapa karakteristik yang berkontribusi terhadap potensi cedera dan penyakit bagi industri pertambangan, seperti mengekstraksi, mengangkut, memproses material dan sebagainya. Menurut Chuahan (2013), bahaya di industri Minyak dan Gas dapat dibagi menjadi dua kategori besar yakni Keselamatan dan Bahaya Cedera serta Kesehatan dan Bahaya Penyakit. Uraian sebagai berikut:

A. Keselamatan dan Bahaya Cedera

Berikut beberapa bahaya keselamatan dan cedera pada pekerja di industri Minyak dan Gas.

Tabel.3 Bahaya Cedera di Pertambangan Migas

Keselamatan dan Bahaya Cedera	Kemungkinan penyebab
<i>Motor Vehicle Accident</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seringkali jalan menuju lokasi tidak memiliki jalur yang kokoh dan fitur keselamatan tidak lengkap 2. Kelelahan karena lamanya jarak tempuh dan kerja shift panjang
<i>Contact Injuries</i>	Pekerja terluka karena alat, mesin, atau benda lainnya
<i>Fire And Explosions</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Adanya hidrokarbon yang mudah terbakar 2. Kehadiran sumber oksigen / pengapian
<i>Slips, Trips And Falls</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sering bekerja di ketinggian 2. Permukaan yang tidak rata 3. Penggunaan tidak sesuai atau tidak tersedianya sistem perlindungan atas jatuh
<i>Confined Space</i>	<p>Menurut NIOSH, ruang terbatas mengacu pada ruang yang memiliki desain:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Jalur akses terbatas untuk masuk dan keluar 2. Ventilasi alami yang tidak sesuai kebutuhan pekerja 3. Hunian karyawan tidak dirancang untuk tempat tinggal dalam waktu yang lama.

Sumber : (Chuahan, 2013)

B. Kesehatan dan Bahaya Penyakit

Pekerja di industri Minyak dan Gas umumnya rentan terhadap agen yang menyebabkan berbagai gangguan kesehatan dan bahaya Penyakit: bahaya kimiawi (toksik, korosif, karsinogen, asfiksia, zat iritan dan kepekaan); bahaya fisik (kebisingan, getaran, radiasi, suhu ekstrim); bahaya biologis (virus, parasit, bakteri); bahaya ergonomis (aktivitas penanganan manual, gerakan berulang, postur canggung); dan bahaya psikososial (kerja paksa, jam kerja yang aneh, lokasi terpencil, kekerasan). Tabel berikut mengidentifikasi dampak kesehatan potensial dari proses utama industri Minyak dan Gas Bumi:

Tabel.4 Bahaya Penyakit di Pertambangan Migas

Segmen	Proses Kunci	Agen	Kemungkinan Efek pada Kesehatan
Upstream (hulu)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Survei dan evaluasi seismik 2. Eksplorasi dan pengeboran 3. Pengembangan dan produksi 2. Dekomisioning 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mikroorganisme patogen 2. Infeksi transmisi vektor 3. Lumpur pengeboran 4. Produk minyak bumi (Hidrokarbon) 5. Sumber radioaktif 6. Bahan kimia dan aditif 7. Logam (Pb, Cd, Mn, dll.) 8. Suhu ekstrim 9. Silika / Asbes 10. Kebisingan/ Getaran 11. Mekanikal 12. Ergonomi 13. Psikososial 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penyakit menular dan parasit (misalnya, Hepatitis A, Kolera, demam tifoid) 2. Kelainan trauma kumulatif 3. Penyakit paru obstruktif kronik 4. Gangguan gastrointestinal 5. Masalah kulit dan mata 6. Kelainan tulang belakang

Segmen	Proses Kunci	Agen	Kemungkinan Efek pada Kesehatan
			7. Neoplasma / Kanker 8. <i>Heat Stroke</i> 9. Stres 10. Defisit tidur 11. Gangguan pendengaran yang disebabkan kebisingan 12. Obat dan penyalahgunaan alkohol
Midstream	1. Pipa 2. Transportasi dan penyimpanan 3. Pemasaran	1. Produk minyak bumi (Hidrokarbon) 2. Debu dari pengarsipan dan penskalaan (dari pembersihan pipa dan tangki)	1. Masalah kulit dan mata 2. Gangguan paru-paru 3. Gangguan gastrointestinal 4. Neoplasma/ Kanker
Downstream (hilir)	1. Penyempurnaan Produk 2. Bahan kimia petro 3. Penjualan dan distribusi	1. Produk minyak bumi (Hidrokarbon) 2. Pengobatan bahan kimia 3. Logam (Pb, Cd, Mn, dll.) 4. Silika / Asbes 5. Pelarut 6. Kebisingan/ Getaran	1. Masalah kulit dan mata 2. Gangguan gastrointestinal 3. Neoplasma/ Kanker 4. Gangguan pendengaran akibat kebisingan

Sumber: (Chuahan, 2013)

Menurut Ju Kim (2016), jika pekerja tidak dipertimbangkan dalam mendesain peralatan kerja, maka kejadian atas luka dan

kecelakaan akan meningkat. Olehnya untuk menangani masalah K3, mengurangi tingkat cedera dan insiden di industri minyak dan gas, terdapat beberapa rekomendasi ergonomik yang dapat diupayakan untuk diimplementasikan, yakni:

1. Intervensi harus melibatkan pengembangan program kesadaran yang didorong secara ergonomis atas deteksi risiko dan pencegahan cedera.
2. Penilaian ergonomis perlu dilakukan secara ekstensif dari tingkat manajerial hingga ke operator di tempat kerja.
3. Pengembangan materi pendidikan atau *training* diperlukan untuk meningkatkan kesadaran ergonomi antar karyawan di semua fasilitas dan jenjang.
4. Program ergonomis harus melibatkan evaluasi secara menyeluruh terhadap semua fasilitas dan layanan untuk mengidentifikasi eksposur.
5. Solusi ergonomi praktis perlu disahkan agar implementasi dapat mengurangi faktor risiko yang telah diidentifikasi sebelumnya. Praktik ini secara langsung mempengaruhi produktivitas dan kinerja pekerja.

BAB



PENGENDALIAN HAZARD & RISIKO DI PERTAMBANGAN



Gambar.18 Tampak lingkungan tambang PT. Freeport Indonesia

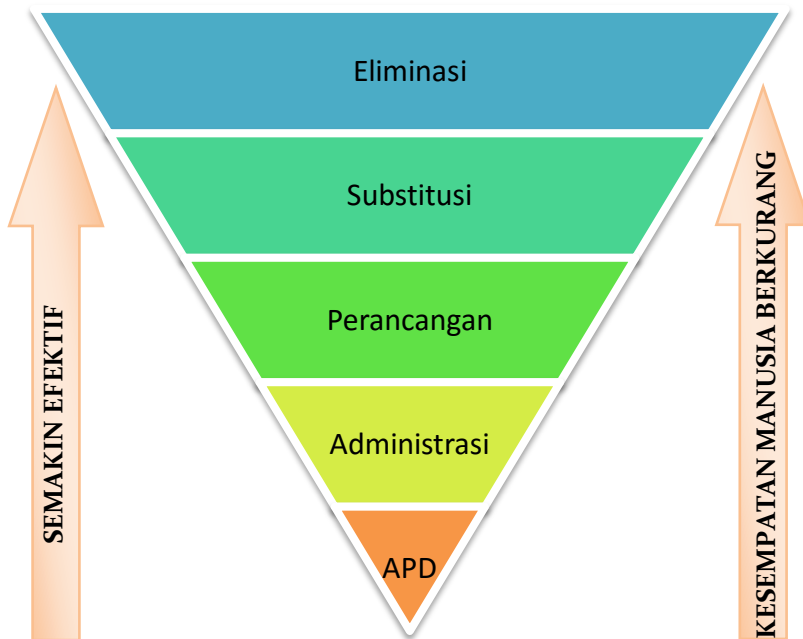
Source: <http://elsam.or.id/2017/07/The-Negotiations-Between-Indonesian-Government-And-Pt-Freeport-Indonesia-Ignoring-Environmental-Recovery-And-Community-Welfare/>

Suatu tempat kerja sudah tentu harus memiliki ketentuan-ketentuan yang mampu melindungi para bawahan atau dalam hal ini para pekerja yang bekerja di suatu industri. Ketentuan yang dimaksud disini bukan hanya etika (mis. sikap bawahan kepada atasan), jenjang karier/kepangkatan, dan cuti tahunan. Tetapi berbagai regulasi lainnya penting untuk di tata pula terutama pada mengatur secara efektif aturan terkait kesehatan dan keselamatan kerja (K3). Hal ini menjadi bagian dari hal terpenting di industri

dikarenakan, menurut Ningsih, Azhar, and Paripurno (2016), kerugian di tempat kerja dapat muncul akibat adanya potensi bahaya dan dengan menerapkan konsep keselamatan dan kesehatan kerja maka pengeluaran terkait penanggung jawaban akan kerugian insiden pada pekerja dapat diminimalisir.

Selain itu, dengan mengimplementasikan aturan K3 dapat menjadi sarana utama dalam pencegahan kecelakaan kerja, cacat dan kematian sehingga akibat kecelakaan kerja yang bersumber dari potensi bahaya yang ada dapat dicegah atau diminimalkan. Kurangnya budaya keselamatan di tempat kerja turut menyebabkan kerugian secara tidak langsung yakni kerusakan pada mesin dan peralatan kerja, terhentinya proses produksi, kerusakan lingkungan dan lain-lain (Ningsih, Azhar, and Paripurno, 2016).

Hal ini juga berlaku di industri pertambangan yang mempunyai tugas kerja berupa penggalan mineral di bawah tanah. Merangkum dokumen presentasi oleh Jon Treen (2015), perlu suatu tindakan *Behaviour Based Safety* atau suatu pencegahan atas bahaya dan risiko di lingkungan kerja. Dalam mengendalikan bahaya dan risiko tersebut sudah tentu perlu pengidentifikasian agar tindak pencegahan dapat di tata sesuai sasaran. Adapun tahap dalam melakukan proses manajemen risiko dapat dilihat pada Bab 10 Manajemen Di Pertambangan. Adapun untuk *Hierarchy of Controls* yang dapat diterapkan untuk pengendalian bahaya di pertambangan yang dapat di rujuk dari Jon Treen (2015) yakni dijabarkan pada poin-poin berikut.



Gambar.19 *Hierarchy of controls*
(Jon Treen, 2015)

A. Eliminasi

Eliminasi merupakan tahapan teratas dalam pengendalian hazard dan risiko di lingkungan kerja, dalam hal ini yakni menghilangkan segala bentuk kesalahan pada saat desain yang bertujuan untuk menghilangkan kemungkinan yang mungkin timbul akibat kesalahan manusia ketika menjalankan suatu sistem. Sehingga metode ini tidak bertumpu pada mengandalkan perilaku manusia untuk berubah dalam menghindari risiko sekalipun masih ada bukti tidak selalu praktis dan juga tidak ekonomis (IndoHSE, 2012).

Sebagai contoh dalam pengontrolan debu di perusahaan tambang yakni melakukan proses produksi debu yang lebih sedikit, misalnya menggunakan alat penghisap debu, menggunakan teknik basah yakni menyemprotkan air sebelum proses kerja, membuat ventilasi pembuangan lokal, dsb (Queensland Government, 2017).

B. Substitusi

Metode pengendalian terkait bahaya dan risiko merupakan hierarki kedua yang dimaksudkan untuk mengganti bahan, pengoperasian atau prosesnya agar meminimalkan insiden yang tidak di inginkan. Seperti menggunakan peralatan tambang dalam mengambil mineral di bawah tanah secara otomatis sekalipun mesin yang dimaksudkan masih tetap di operasikan oleh operator di awal namun hal ini berarti para pekerja tidak perlu langsung berinteraksi dengan mineral-mineral yang ingin di ambil/digali dikarenakan kemungkinan adanya material runtuh di sekitar pengambilan mineral. Dapat juga dengan mengendalikan kecepatan mesin baik mesin pengeboran, pengangkutan, dan lain sebagainya (IndoHSE, 2012).

C. Perancangan

Perancangan dalam hal ini ialah memisahkan bahaya dengan pekerja untuk mencegah kesalahan pekerja baik jarak maupun waktu. Misalnya merancang peralatan kerja sesuai dengan kebutuhan di lapangan (pisau pemotong khusus untuk mineral padat), secara teratur selalu mengganti atau mengecek kualitas ketajaman pisau (tetap tajam), dan lain sebagainya. (Queensland Government, 2017).

D. Administrasi

Hierarki keempat lebih menekankan pada memberikan pengendalian dari sisi pekerja yang akan bertugas dalam pekerjaan yakni diharapkan dengan mematuhi metode kendali, berlandaskan atas kapasitas dan standar operasional maka diharapkan dengan metode ini pekerja dapat bekerja secara aman (IndoHSE, 2012). Misalnya, pastikan perawatan rutin dan pembersihan kendaraan dan pekerjaan tambang, pastikan kondisi tanah di seluruh tempat sesuai dengan mesin yang digunakan, memberikan pelatihan dan informasi kepada pekerja mengenai bahaya/risiko dan pengendalian tugas berdebu serta pengawasan pekerja, pengaturan durasi kerja yang

sesuai dengan pastikan jadwal kerja memiliki waktu istirahat yang cukup untuk membatasi eksposur, mengubah lokasi operasi pembuangan atau modifikasi program peledakan agar sesuai dengan kondisi cuaca, dan lain sebagainya (Queensland Government, 2017).

E. APD

APD atau alat pelindung diri merupakan peralatan yang paling dibutuhkan di lingkungan kerja hal ini karena fungsinya dalam pengendalian bahaya bagi para pekerja dalam beraktivitas sekalipun lebih kepada mengurangi paparan selama bekerja. Seperti kacamata keselamatan agar material tidak langsung mengenai mata pekerja, sarung tangan untuk mencegah tangan dari bahan yang kasar dan atau bahan kimia berbahaya yang dapat mencederai tangan, sepatu khusus sebagai pelindung kaki dari luka akibat terbentur benda, dsb. Namun, tetap perlu memperhatikan ke-ergonomisan alat pelindung diri agar tidak menjadi suatu hal yang buruk bagi pekerja ketika digunakan atau diaplikasikan.

Hasil penelitian Dobson et al. (2018) pada penambang batu bara bawah tanah yang dipekerjakan oleh Illawarra Coal, di Dendrobium dan West Cliff sites-Australia menunjukkan bahwa, sepatu kerja pertambangan tampaknya tidak memenuhi persyaratan penambang batu bara bawah tanah yang bekerja di lingkungan yang penuh tantangan ini. Hal ini terlihat dari tingginya insiden masalah kaki dan anggota tubuh, terbukti pada terdapatnya 55,3% insiden masalah kaki yang dilaporkan, nyeri punggung bagian bawah (44,5%), nyeri lutut (21,5%), nyeri pergelangan kaki (24,9%) dan nyeri kaki (42,3%). Hasil temuan menemukan bahwa kasus tersebut separuh dari penambang batu bara bawah tanah yang disurvei percaya bahwa sepatu kerja mereka berkontribusi pada nyeri tungkai bawahnya dan melaporkan bahwa sepatu bot mereka tidak nyaman. Olehnya perlu desain boot kerja yang disempurnakan serta dapat meningkatkan kenyamanan dan produktivitas pekerja dengan mengurangi tingkat tinggi masalah kaki yang dilaporkan dan rasa

sakit di antara penambang batu bara bawah tanah serta mempertimbangkan desain dalam penggunaannya di lingkungan.

Queensland Government (2017) turut menggambarkan terkait pengendalian hazard terkait APD yakni pada pelindung pernafasan, pilih yang paling tepat untuk tugas (misalnya P₁ atau P₂, wajah penuh, wajah setengah, udara bertenaga, pemurnian), pastikan terdapat pelatihan, pengujian kenyamanan dan fit yang disediakan sebelum digunakan, gunakan alat sesuai kebutuhan kerja dan simpan/buang alat pelindung diri dengan sebaik-baiknya.

Insiden Besar Akibat Dari Kegagalan Kecil kata inilah yang dapat menggambarkan munculnya suatu insiden besar di lingkungan kerja, olehnya Pybus (1996) dalam Karmis (2001), memberikan saran sebagai berikut:

1. Ketahui hal terburuk yang bisa terjadi dan risiko yang dapat muncul.
2. Miliki kontrol yang formal atas faktor-faktor yang muncul di lingkungan kerja.
3. Jangan mengharapkan orang melakukan hal yang benar kecuali jika mereka tahu itu.
4. Jangan mengharapkan orang melakukan hal yang benar kecuali mereka memiliki sumber daya yang tepat.
5. Jangan berharap orang melakukan hal yang benar jika ada konflik kepentingan.
6. Anda tidak akan pernah tahu seberapa baik atau seberapa buruk hal itu bekerja kecuali jika Anda memeriksanya dengan hati-hati.
7. Jelaskan bahwa Anda ingin mendengar kabar buruk sekaligus kabar baik.
8. Tanpa garis pertanggungjawaban dan pertanggungjawaban yang jelas, Anda akan kehilangan kendali.

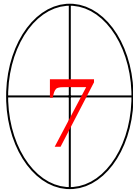
Kesalahpahaman penting lainnya yang mengarah pada kegagalan sistem kesehatan dan keselamatan adalah bahwa elemen utama dari program keselamatan tradisional seringkali tidak berjalan

sebagaimana diasumsikan. Hansen menyimpulkan bahwa penelitian yang dilakukan oleh NIOSH menunjukkan bahwa banyak elemen program keselamatan tradisional tidak berkorelasi dengan keefektifan keselamatan dan hasil dalam hal insiden keselamatan. Elemen keamanan tradisional ini meliputi:

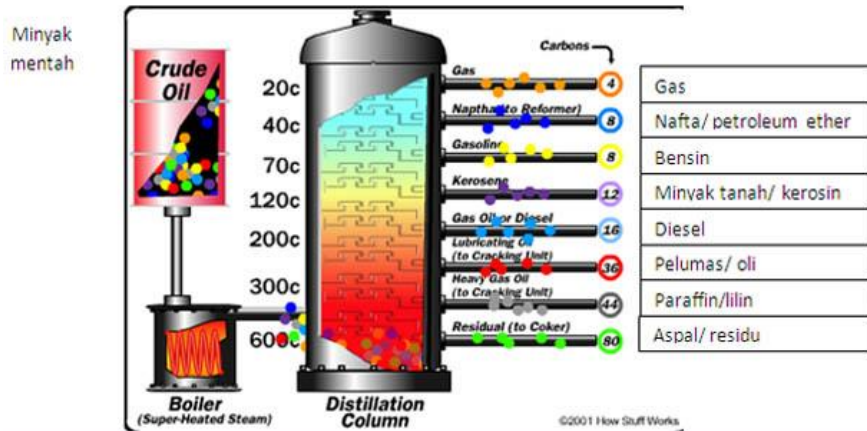
1. Komite
2. Staf
3. Rapat
4. Latihan
5. Inspeksi
6. Aturan
7. Catatan

Dalam beberapa kasus, perusahaan dengan catatan keselamatan terburuk ternyata memiliki komite dan staf keselamatan terbaik. Hasil uji statistik menunjukkan variabel yang berkorelasi terhadap kejadian yang muncul di lingkungan kerja meliputi faktor manajemen dan budaya seperti keterlibatan manajemen, dukungan keuangan, hubungan manajemen, sikap terhadap karyawan, interaksi supervisor, perencanaan, dan kualitas kerja (Hansen, 1993) dalam (Karmis, 2001). Olehnya segala variabel yang memungkinkan untuk peningkatan mutu di lingkungan kerja perlu diperhatikan secara keseluruhan atau mempertimbangkan semua aspek yang mungkin signifikan.

BAB



PENGENDALIAN HAZARD & RISIKO DI PERTAMBANGAN MIGAS



Gambar.20 Fraksi-fraksi minyak bumi

Source: <http://kisahasalusul.blogspot.com/2015/08/6-tahapan-pengolahan-minyak-bumi.html>

Minyak dan gas merupakan produk alami yang terbentuk atas degradasi bahan organik pada endapan geologi di permukaan bumi. Sektor minyak dan gas berproses dari hulu ke hilir. Industri hulu mencakup eksplorasi dan produksi dan pengalihan minyak dan gas ke fasilitas pemurnian atau pengolahan, industri hilir melibatkan produksi (termasuk penyulingan). Proyek minyak dan gas dapat berada di darat (*terrestrial*) atau lepas pantai (*marine*) atau kombinasi keduanya pada berbagai skala dan dapat mentransformasikan batas-batas internasional (Barclays 2011). Seperti yang telah diuraikan pada *Bab 5 Hazard & Risiko di Pertambangan Migas*, Eksplorasi dan

eksploitasi tambang-tambang dimanapun tempatnya bisa rentan terhadap masalah gas, kebakaran, dan bahaya-bahaya lainnya di lingkungan tambang gas dan minyak, yang pada akhirnya mampu membuat kerugian yang besar bagi perusahaan serta turut membahayakan keselamatan para pekerja terlebih berisiko atas kematian. Adapun dalam mengontrol eksposur terhadap bahaya di pertambangan minyak dan gas turut diterapkan sistem hierarki kontrol dan metode lainnya yang dapat diterapkan di lingkungan pertambangan migas menurut OSHAcademy (2016), yakni sebagai berikut.

A. Hierarki Kontrol

Tabel.5 Hierarki Kontrol di Pertambangan Minyak dan Gas

<i>Elimination</i>	Eliminasi merupakan tahap paling efektif dalam meminimalisir bahaya, namun cenderung yang paling sulit di implementasikan dalam proses. Jika proyek migas masih dalam tahap desain atau pengembangan, eliminasi dan penggantian bahaya mungkin tidak menggunakan biaya yang mahal dan mudah diterapkan. Namun jika proyek telah berjalan, proses yang dapat dilakukan adalah menghilangkan dengan cara mengganti peralatan dan prosedur yang mungkin diperlukan dalam menghilangkan bahaya yang dapat muncul sewaktu-waktu.
<i>Substitution</i>	Langkah pengendalian terbaik pada tahapan ini yakni mengganti bahan yang berbahaya dengan yang tidak berbahaya atau tidak berbahaya bagi pekerja.
<i>Engineering controls</i>	Kontrol teknik yang dirancang dengan baik di pertambangan migas diketahui dapat sangat efektif dalam melindungi pekerja, serta membantu pihak manajemen mengontrol biaya dan waktu. Adapun metode kontrol teknik meliputi, penggunaan teknologi peredam kebisingan untuk mengurangi tingkat kebisingan, menggunakan ventilasi pembuangan lokal yang mampu menangkap dan membawa kontaminan sebelum hazard tersebut berdampak pada kesehatan pekerja khususnya gangguan pernapasan, dan

	sebagainya.
<i>Administrative controls</i>	Jika kontrol teknik tidak dapat dilaksanakan, atau tidak dapat diimplementasikan dengan segera maka, <i>Administrative controls</i> dapat diimplemen-tasikan. Namun, kontrol administratif hanya bekerja selama perilaku karyawan sesuai dengan standar. Kontrol administratif melibatkan perubahan dalam kebijakan dan prosedur di tempat kerja. Mereka dapat mencakup hal-hal seperti, peringatan alarm, sistem pelabelan, mengurangi waktu pekerja terkena bahaya dan latihan. Sebagai contoh; Pekerja bisa keluar-masuk dari tempat yang panas daripada harus menghabiskan delapan jam per hari di lingkungan kerja yang bersuhu panas. Alarm back-up juga merupakan contoh sistem peringatan yang efektif bagi pekerja.
<i>Personal protective equipment</i>	Keberhasilan tindakan pengendalian ini tidak hanya bergantung pada kualitas APD, tapi juga kualitas perilaku manusia. APD harus digunakan hanya sementara kontrol lain yang lebih efektif sedang dikembangkan atau jika tidak ada cara lain yang lebih efektif untuk mengendalikan bahaya. Hal ini karena bahaya tidak dihilangkan atau diubah, jika peralatan tidak memadai atau gagal, pekerja tidak dilindungi, tidak ada alat pelindung diri yang baik, peralatan pelindung diri seringkali tidak nyaman dan bisa memberi tambahan beban fisik seorang pekerja, serta alat pelindung diri sebenarnya bisa menciptakan bahaya. Misalnya, penggunaan alat respirator untuk jangka waktu yang lama dapat menyebabkan ketegangan pada jantung dan paru-paru.

Sumber : OSHAcademy (2016)

B. Metode Lain Pencegahan dan Pengendalian Bahaya di Pertambangan MIGAS

Metode lain yang turut di kemukakan OSHAcademy (2016) untuk mencegah dan mengendalikan bahaya yakni pada poin-poin berikut:

1. Pemeriksaan Wellsite

Pihak manajemen perusahaan pertambangan harus melakukan inspeksi terowongan sehari-hari. Setiap bahaya yang ditemukan harus didokumentasikan, ditinjau, dan diperbaiki pada waktu yang tepat. Inspeksi tertulis yang lebih rinci harus dilakukan oleh orang yang ditunjuk baik *shift* mingguan atau bulanan.

Koordinator Keselamatan perusahaan atau petugas keselamatan juga harus mengunjungi setiap lokasi kerja dan mengamati bahaya keamanan/kesehatan potensial, dan mengembangkan rencana untuk melindungi pekerja, seperti: menghilangkan bahaya, menyediakan peralatan pelindung diri, melatih pekerja dalam praktik kerja yang aman, dan lain-lain. Perlu menjadi perhatian bahwa seluruh catatan terkait inspeksi keselamatan dan langkah pemasyarakatan harus dijaga dan disimpan dengan sebaik-baiknya.

2. Menganalisis Investigasi Kecelakaan Lalu

Semua kecelakaan di lingkungan kerja mengakibatkan kerusakan atau kerusakan properti olehnya harus diselidiki. Dengan menggunakan informasi yang diperoleh melalui analisis investigasi kecelakaan yang terjadi pada proyek sebelumnya, kecelakaan serupa, atau mungkin lebih berbahaya, dapat dicegah.

3. Pengendalian Energi Berbahaya

Kontrol energi berbahaya melalui prosedur *lockout / tagout* memastikan seluruh pekerja terlindungi dari pergerakan mesin yang tak terduga atau pelepasan energi yang dapat menyebabkan cedera, seperti pada listrik, air, uap, hidrolik, gravitasi, dan banyak sumber energi tersimpan lainnya. Semua sumber energi berbahaya setelah digunakan harus dimatikan dan dikunci setelah digunakan, agar pekerja terhindar dari potensi berbahaya.

4. Ruang Masuk yang Dikonversikan

Lokasi proyek memiliki tanda atau batas pada ruang yang berpotensi bahaya. Pekerja tidak boleh memasuki ruang tertutup tanpa izin atau telah mendapat pelatihan dan pengelolaan yang tepat. Ruang terbatas didefinisikan sebagai berikut:

- a. Ruang yang TIDAK DIGUNAKAN UNTUK KERJA TERUS MENERUS;
- b. Cukup besar dan sangat terkonfigurasi sehingga seseorang dapat masuk dan melakukan pekerjaan dengan benar; dan
- c. Memiliki LIMITED atau RESTRICTED berarti ENTRY atau EXIT.

Ruang terbatas yang mungkin memiliki POTENSI SANGAT BERBAHAYA memerlukan manajemen pencegahan khusus. Atmosfer yang berbahaya adalah hal-hal yang dapat mengekspos karyawan terhadap risiko kematian, ketidakmampuan, dan penurunan kemampuan untuk menyelamatkan diri yang disebabkan atas:

- a. Gas mudah terbakar
- b. Debu mudah terbakar di udara
- c. Konsentrasi oksigen di atmosfer di bawah 19,5 atau di atas 23,5%
- d. Atmosfer beracun atau substansi
- e. Bahaya tertelan

5. Analisis Bahaya Jatuh

Setiap tahun, diketahui terdapat kasus yang mencatat jumlah kematian terbesar di industri minyak dan gas bumi, dimana sejumlah faktor yang sering dikaitkan meliputi, permukaan kerja yang tidak stabil, penyalahgunaan atau kegagalan penggunaan peralatan pelindung diri dan kesalahan manusia. Studi telah menunjukkan bahwa dengan menggunakan pagar pembatas, sistem penangkapan jatuh, jaring pengaman, sistem pengaman dan pengekangan dapat mencegah banyak kematian dan luka-luka akibat jatuh.

6. Analisis Bahaya Penggalian

Bahaya utama pada *trenching* dan *excavation* adalah cedera pada pekerja akibat keruntuhan. Analisis tanah penting untuk menentukan *sloping*, *benching*, dan *shoring* yang tepat. Bahaya tambahan termasuk bekerja dengan mesin berat, penanganan material secara manual, bekerja di dekat lalu lintas, bahaya listrik dari *overhead* dan jalur bawah tanah, dan utilitas bawah tanah, seperti gas alam.

7. Analisis Bahan Kimia Berbahaya

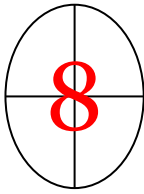
Analisis proyek untuk potensi bahan kimia berbahaya yang memerlukan *Hazard Communications Program* (HCP) untuk memastikan bahwa semua pekerja mengetahui bahan kimia di tempat mereka bekerja. HCP melibatkan elemen berikut.

- a. Program komunikasi bahaya secara tertulis
- b. Pelatihan tentang bahan kimia yang digunakan perusahaan
- c. Pelabelan menggunakan wadah berlabel yang benar
- d. *Safety Data Sheets* (SDS): SDS harus tersedia di tempat dan pekerja harus tahu dimana menemukan SDS dan bisa membaca dan benar menggunakan SDS.
- e. Bubuhkan tanda tangan untuk memberi tahu karyawan lokasi SDS dan saat bahan kimia baru dibawa ke tempat kerja.
- f. Menginformasikan kontraktor lain: Jika menggunakan bahan kimia di sekitar kontraktor lain, hal tersebut merupakan tanggung jawab anda untuk menginformasikan kontraktor lain tentang bahaya yang mungkin dapat muncul. Setiap upaya harus dilakukan agar kontraktor lain tetap aman dari bahan kimia yang digunakan. Biasanya, kontraktor umum di tempat kerja perlu mengkoordinasikan semua penggunaan kimia ke semua kontraktor untuk menjaga tempat kerja yang aman.

8. Menganalisis Bahaya Listrik

Banyak pekerja migas tidak menyadari potensi bahaya listrik yang ada di lingkungan kerja, yang membuat pekerja lebih rentan terhadap bahaya sengatan listrik. Para ahli keamanan listrik secara tradisional melihat ke arah *National Electrical Code (NEC)* yang banyak digunakan untuk mendapatkan bantuan dalam pengamanan praktis pekerja dari bahaya ini. Keamanan listrik di minyak dan gas melibatkan dua isu utama yakni *powerlines* serta kabel listrik dan peralatan sementara dan atau permanen (OSHAcademy, 2016).

BAB



PENYAKIT AKIBAT KERJA (PAK) DI PERTAMBANGAN



Gambar.21 Aktivitas pekerja tambang di bawah tanah

Source: <https://www.bls.gov/opub/btn/volume-2/injuries-illnesses-and-fatal-injuries-in-mining-in-2010.htm>

Menurut *International Labour Organization* (2013), pekerja akan dapat bekerja secara efektif dan efisien ketika berada dalam lingkungan kerja yang aman dan sehat. Jika lingkungan kerja tidak aman, kurang terorganisir, terdapat banyak bahaya, dsb tidak dapat

di pungkiri munculnya gangguan penyakit pada pekerja akan terjadi yang akan turut berdampak pada hilangnya pendapatan bagi pekerja dan mengurangi angka produktivitas. Setiap tahunnya ada lebih dari 250 juta kecelakaan di tempat kerja dan lebih dari 160 juta pekerja menjadi sakit akibat bahaya di tempat kerja, 1,2 juta pekerja meninggal karena kecelakaan dan penyakit di tempat kerja (ILO 2013). Berbagai faktor yang dapat dikaitkan dengan kecelakaan dapat dilihat pada Bab 9 Kecelakaan Di Pertambangan, sedangkan faktor yang dihubungkan dengan munculnya penyakit akibat kerja dapat ditinjau pada bab 4 hazard & risiko di pertambangan. Adapun beberapa penyakit yang dapat timbul akibat aktivitas kerja dan atau paparan di lingkungan tambang dijabarkan sebagai berikut:

A. Silikosis

Silikosis merupakan penyakit paru-paru yang berpotensi melumpuhkan dan kadang-kadang berakibat fatal kepada penderita, silikosis ini diketahui disebabkan oleh menghirup debu silika dalam jangka waktu yang lama (≥ 20 tahun) yang mengandung partikel silika kristal yang sangat halus biasanya banyak ditemukan pada material seperti pasir, batu, granit, beton, batu bata dan banyak bahan bangunan serta lanskap. Jika eksposur sangat banyak, onset bisa terjadi hanya dalam beberapa tahun. Gejalanya bisa meliputi sesak napas, batuk parah, mengi, dan sesak dada dan bahkan dapat berkembang pada kerusakan paru-paru yang permanen (NJDOH, 2013).

Menurut (United States Department of Labor, 2017), paparan debu silika banyak ditemukan di bawah tanah saat pengeboran batu, pengangkutan para pekerja atau bahan, dan pemuatan bahan tambang. Peralatan penambang yang beroperasi seperti lokomotif, penyangga atap, penambang kontinu dan mobil antar jemput, memiliki kemungkinan pemaparan yang tinggi. Berikut jenis batu dengan jumlah kandungan debu silika yang berbeda.

Tabel.6 Jenis Batu dan Kandungan Debu Silika

Jenis	Kandungan
Batu Pasir, Gritstone, Kuarsit	lebih dari 70%
Beton, Mortar	25% sampai 70%
Serpih	40% sampai 60%
Batu Cina	sampai 50%
Batu Tulis	sampai 40%
Bata	sampai 30%
Granit	sampai 30%
Batu Besi	sampai 15%
Basalt, Dolerite	sampai 5%
Batu Kapur, Kapur Tulis, Marmer	sampai 2% (tapi ini bisa mengandung lapisan silika)

Sumber : (HSE, 2015)

Hasil Pelacakan Silicosis di industri New Jersey tahun 1979-2011 menemukan, terdapat sekitar 561 kasus dikonfirmasi pada 8 sektor industri, 81 (14%) kasus tersebut terjadi di industri pertambangan dan telah didokumentasikan bahwa pemaparan dikaitkan dengan debu silika. Kasus silikosis lebih banyak ditemukan pada laki-laki yang didominasi kulit putih sebesar 86%. Hal yang menjadi perhatian bahwa, meskipun silikosis dikaitkan dengan lingkungan di tempat kerja, hanya terdapat 10 dari 17 pekerja yang mendapat kompensasi atas kasus tersebut (NJDOH 2013).

Hal yang dapat dilakukan penambang untuk membatasi paparan terhadap debu yang mengandung silika yakni, operator tambang diminta untuk menyediakan dan menjamin pemeliharaan dan penggunaan kontrol yang sesuai untuk debu saat pengeboran di bebatuan. Penambang harus menggunakan semua kontrol teknik yang tersedia seperti alat pengumpul debu, pengeboran basah, dan ventilasi yang memadai saat mengebor batu. Selain itu, di tambang juga diharuskan memiliki program x-ray untuk kepentingan penambang guna membantu melindungi mereka dari pengembangan penyakit paru-paru, dalam hal ini pekerja juga harus turut berpartisipasi dalam program sinar-x ini.

Jika hasil x-ray menunjukkan adanya tanda silikosis, pekerja harus menjalani pemeriksaan medis lengkap untuk mengetahui adanya silikosis. Pemeriksaan medis mencakup: riwayat medis dan detail pekerjaan terkait paparan debu silika, pengamatan tanda dan gejala awal penyakit pernafasan, rontgen dada, tes fungsi paru (spirometri - biasa disebut tes pernafasan), dan evaluasi untuk tuberculosis (United States Department of Labor, 2017).

B. Asbestosis

Asbestosis merupakan penyakit saluran pernafasan akibat paparan jangka panjang dengan asbes. Sekalipun dilaporkan terdapat ribuan kematian setiap tahunnya dikaitkan dengan paparan asbes di rumah, perlu diketahui bahwa laporan terbaru dari badan kesehatan dunia menyatakan saat ini, sekitar 125 juta orang di dunia yang terpapar asbes terdapat di tempat kerja (WHO, 2017).

Gejala atas penyakit asbestosis meliputi, sesak napas, batuk terus-menerus, terdapat mengi, kelelahan ekstrim, sakit di dada atau bahu, terdapat beberapa laporan penderita mengalami pembengkakan pula pada ujung jari. Orang dengan asbestosis juga memiliki risiko tinggi mengalami komplikasi seperti: penyakit pleura, mesothelioma, jantung dan kanker paru-paru (National Health Service, 2017).

Penggunaan asbes dalam sektor pertambangan contohnya dapat di lihat pada industri batubara meliputi *jointings* dan *packing* pada peralatan listrik (kabel listrik), sarung tangan dalam penanganan bahan panas (tukang las dan pekerja laboratorium), pakaian pengelasan, jaringan pipa, dan lain sebagainya. Semua penggunaan asbes ini berpotensi menimbulkan bahaya bagi pekerja sektor penambangan.

Olehnya bila diketahui terdapat kasus asbes, pihak yang berwenang harus berdiskusi dengan manajemen tambang (atau kontraktor) terkait. Adapun prosedur yang dapat dilakukan sebagai tindakan awal di tambang yakni:

1. Wakil yang berwenang harus mempersiapkan setidaknya dua sampel yang dicurigai. Satu sampel dianalisis di Distrik dengan menggunakan salah satu sistem pengujian asbes "sesaat" yang tersedia secara komersial. Bila keberadaan asbes positif melalui prosedur pengujian lapangan, sampel kedua kemudian dikirim ke Pusat Teknologi Kesehatan untuk analisis konfirmasi.
2. Petugas kesehatan kabupaten/kota juga harus segera diberi tahu tentang hasil uji lapangan yang memberikan indikasi positif untuk kasus asbes. Petugas kesehatan kabupaten/kota akan membuat pengaturan segera untuk melakukan pengambilan sampel asbes yang dilakukan oleh karyawan tambang (atau kontraktor) yang terkena dampak (U.S. Department of Labor, 2014).

C. *Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)*

COPD merupakan penyakit paru yang juga diperoleh dari paparan jangka panjang yang diketahui umum terjadi di kemudian hari terutama disebabkan oleh merokok. Namun, paparan di tempat kerja terkait debu, asap dan uap turut berkontribusi menyebabkan sejumlah besar terjadinya kasus ini. Dimana diketahui sekitar 4.000 kematian karena COPD juga disumbangkan atas paparan dari tempat kerja.

Paparan debu batubara di industri melalui kegiatan penambangan diketahui sebagai penyebab COPD, dan juga menjadikan kasus bronkitis kronis dan emfisema (CBE) pada pekerja batubara dengan tingkat kerusakan fungsi paru yang berbeda tergantung lama paparan. Bronkitis kronis dan emphysema adalah jenis COPD yang umum. COPD di antara mantan penambang batubara telah dikenali memperoleh kecacatan dan luka selama beberapa tahun berdasarkan bukti yang jelas terkait peningkatan risiko (Health and Safety Executive, 2016).

D. *Hearing Loss (Noise)*

Kebisingan merupakan salah satu bahaya terbesar bagi kesehatan para penambang setelah masalah debu yang dapat terhirup dan trauma berulang. Di Amerika Serikat, paparan kebisingan lebih banyak terjadi di pertambangan daripada sektor industri besar lainnya, sehingga banyak penambang melaporkan masalah pendengaran daripada jenis pekerja lainnya. Beberapa dekade ini, NIOSH telah mengembangkan beberapa penelitian yang mengidentifikasi beberapa masalah utama dengan sumber kebisingan pada pertambangan bawah tanah dan permukaan. Sejak saat itu, NIOSH telah mengembangkan teknologi baru yang signifikan untuk mengurangi kebisingan dari mesin pertambangan dan mesin lainnya secara kontinyu. NIOSH juga telah menangani peran pekerja dalam pencegahan dengan mengembangkan *Hearing Loss Simulator*, *QuickFit earplug tester*, dan alat lain yang dapat digunakan oleh pekerja dan pelatih untuk mengurangi risiko gangguan pendengaran akibat *noise*. Teknologi pemberdayaan pekerja ini memotivasi dan melibatkan para penambang untuk menerapkan pengendalian kebisingan, berpartisipasi dalam pengelolaan paparan administratif, dan menggunakan perlindungan pendengaran secara efektif.

Beberapa kontrol kebisingan yang berbeda telah berhasil dikembangkan oleh NIOSH melalui prosesnya. Adapun prosesnya melibatkan langkah-langkah berikut:

1. Gunakan data risiko dan masukan pemangku kepentingan untuk mengidentifikasi mesin atau teknologi kandidat untuk pengembangan pengendalian.
3. Lakukan pengukuran lapangan dan pengamatan tugas untuk mengidentifikasi tugas dan lokasi operator mana yang terkait dengan paparan kebisingan yang paling banyak.
4. Lakukan identifikasi sumber kebisingan untuk menentukan komponen mesin mana yang menghasilkan suara paling banyak.

5. Mengembangkan solusi pengendalian kebisingan berdasarkan prinsip teknik kontrol kebisingan.
6. Validasi apakah desain mencapai pengurangan kebisingan yang diharapkan melalui pemodelan komputer dan pengujian laboratorium.
7. Uji lapangan kontrol di tambang yang bekerja untuk menilai pengurangan paparan, kepraktisan, dan daya tahan.
8. Promosikan adopsi kontrol (Matetic, Randolph, and Kovalchik 1996).

E. Tuberculosis (TBC)

Melihat keseharian para pekerja tambang yang hidup saling berdesakan dalam kesehariannya baik bekerja maupun bertempat tinggal, dengan makan-makanan yang cukup serta masih jaranganya memiliki kesempatan untuk mendapat pelayanan medis, kemungkinan akan risiko terkena TBC itu ada. Gejalanya berupa batuk keras terus-menerus, tubuh mengalami panas/demam, batuk darah, lemas, menurunnya bobot tubuh, dan berkeringat di malam hari. Jika tidak ditangani secara serius, penularan kepada pekerja lain (orang ke orang) dapat terjadi dan mungkin lebih serius lagi hingga menyebabkan kematian.

Bagi orang yang lemah dan menderita TBC kemungkinan lebih mudah mengalami gangguan serius atau kematian terlebih pada orang yang lemah karena kelaparan atau bagi penderita penyakit lainnya misalnya HIV/AIDS. TBC ini umumnya dapat timbul dikalangan penambang dikarenakan kerusakan paru-paru akibat debu. Olehnya pemukiman/tempat tinggal para penambang sebaiknya memiliki ventilasi yang baik serta menciptakan kondisi sehat melalui: Upah yang lebih baik, jam kerja yang lebih pendek, kondisi kerja yang mengutamakan keselamatan, kondisi kehidupan yang aman dan bersih, penyediaan air bersih, makanan yang sehat serta tersedia pelayanan medis yang baik dengan peralatan yang lengkap (Hesperian Health Guides, 2012).

F. Keracunan

Penambang skala kecil yang mengandalkan alat tradisional berupa dulang dalam mengumpulkan bijih emas dan bijih perak kemudian mengolahnya menjadi sebuah amalgam diketahui terkadang menggunakan zat berbahaya berupa merkuri. Merkuri ini menjadi berbahaya bagi penambang dan penduduk sekitar ketika emasnya dikumpulkan melalui cara dibakar yakni bijih emas dan perak yang kemudian di tambahkan merkuri sebagai istilah memudahkan menangkap atau memisahkan emas dengan kotoran lainnya. Ketika bahan ini dicampurkan secara bersamaan, kemungkinan gas berbahaya berupa penguapan merkuri dapat dihirup oleh pekerja atau siapa pun yang ada di dekatnya.

Merkuri dapat pula berubah menjadi gas bila tertumpah atau dibiarkan terbuka dalam suatu wadah. Namun, perlu diketahui pula, jika merkuri tersentuh dengan kulit, kemungkinan zat ini dapat terserap ke tubuh atau mungkin saja pekerja tidak secara sengaja tertelan ketika makan setelah memegang merkuri (Hesperian Health Guides, 2012). Tanda keracunan merkuri berupa gangguan penglihatan, gangguan keseimbangan, otot lemah, tremor, sering sakit kepala, sesak nafas, dan jika tidak ditangani lebih lanjut dapat merusak ginjal.

Adapun pencegahan atau meminimalisir dampak keracunan merkuri pada penambang emas skala kecil yakni dengan cara menggunakan retort merkuri, yang mampu menangkap gas merkuri sebelum gas itu terkena udara serta memungkinkan penambang menghemat pengeluaran karena merkuri dapat digunakan kembali. Sebaiknya memisahkan emas dengan merkuri dilakukan di ruang terbuka atau ruangan berventilasi untuk mengurangi asap merkuri diserap ke dalam tubuh dan orang di sekitarnya. Selalu menggunakan sarung tangan tebal ketika menggunakan merkuri (Hesperian Health Guides, 2012).

G. Dermatitis

Dermatitis merupakan penyakit iritasi pada kulit atau terjadi peradangan dikarenakan kontak dengan zat tertentu. Area kulit yang teriritasi dapat berwarna merah, bengkak, berasa panas, nyeri atau gatal. Jika reaksinya parah, kulit bisa melepuh dan bersisik. Kulit yang terkena dampak selama periode waktu lama cenderung menebal dan berubah menjadi warna yang kecokelatan. Jika terpapar pada agen sensitisasi, reaksinya dapat menyebar ke area lain di tubuh.

Pakar kesehatan memperkirakan bahwa dermatitis kontak alergi dan iritan telah meningkat di tempat kerja, misalnya di industri pertambangan nikel & emas diketahui memiliki kontribusi atas terjadinya dermatitis. Sekalipun dermatitis diketahui tidak dapat menularkan dari orang ke orang, hal ini turut harus dicegah karena dapat menimbulkan hal yang tidak nyaman bagi pekerja dan tentu saja kemungkinan akan mengganggu produktivitas pekerja. Terjadinya dermatitis telah diklasifikasikan atas tiga, yakni:

1. *Dermatitis kontak* menggambarkan kondisi yang diakibatkan oleh kontak langsung kulit dengan agen eksternal.
2. *Dermatitis kontak iritan* mendefinisikan kondisi dimana peradangan hanya terjadi pada bagian kulit yang berhubungan dengan agen eksternal.
3. *Dermatitis kontak alergi* berasal dari kontak kulit dengan agen sensitisasi yang menstimulasi respons alergi.

Dikarenakan pengobatan dermatitis harus dikelola dengan benar sesuai dengan sumbernya, maka penderita sebaiknya mengenali riwayat kontak dengan zat-zat tertentu kemudian menyampaikan kepada tim medis agar diobati dengan tindakan yang tepat, serta disampaikan pada orang yang berperan penting dalam pengendalian hazard agar dapat dilakukan tindakan preventif di awal sehingga menjadikan kasus dermatitis dapat diminimalisir di lingkungan kerja (Occupational Health & Safety Training Centre, 2015).

Berikut beberapa saran yang dapat dilakukan pihak manajemen terkait untuk meminimalkan risiko dermatitis menurut (Occupational Health & Safety Training Centre, 2015), sebagai berikut:

1. Pastikan semua zat berbahaya memiliki *Lembar Data Keselamatan Bahan*. Jika tidak, mintalah pihak atasan setempat untuk memberikan info terkait, atau hubungi produsen atau pemasok produk secara langsung.
2. Periksa *Lembar Data Keselamatan Bahan* untuk mengidentifikasi zat yang bermasalah yang mungkin ada - temukan kata-kata yang dapat menyebabkan sensitisasi ketika kontak dengan kulit', 'mengiritasi kulit', 'hindari kontak dengan kulit' atau 'Pakai pakaian pelindung dan sarung tangan yang sesuai'. Pertimbangkan apakah:
 - a. Zat tersebut bisa dieliminasi
 - b. jika tidak dapat dihilangkan, apakah bisa diganti dengan zat yang lebih aman;
 - c. Jika ini tidak mungkin, apakah pekerjaan dapat dilakukan secara berbeda untuk mengisolasi prosesnya, untuk menghentikan pekerja yang berhubungan dengan substansi
 - d. Akhirnya jika bahan tersebut masih harus digunakan, apakah tepat, dipilih dengan hati-hati dan dipelihara dengan baik APD (Alat pelindung diri) telah disediakan; dan
 - e. Pekerja telah dilatih secara memadai mengenai efek potensial dari zat tersebut, bagaimana menggunakannya dengan benar dan juga pada APD yang diberikan.
3. Pastikan area kerja tetap bersih; tumpahan, percikan dan semprotan dihindari dan segera dibersihkan jika terjadi.
4. Tangan harus dicuci dengan sabun dan air, dan benar-benar kering. Pemilik harus menyediakan fasilitas cuci yang memadai, menyediakan pembersih berbasis minyak nabati untuk menghilangkan minyak atau zat lain yang tidak dapat dilepas dengan sabun dan air, dan menyediakan krim

penghalang untuk diterapkan sebelum bekerja. Perlu di ingat, pelarut tidak boleh digunakan untuk membersihkan tangan.

5. Luka sekalipun hanya lecet, harus segera diobati.
6. Pastikan bahwa informasi tentang dermatitis, dan kaitannya dengan asma, disertakan dalam semua program pelatihan.

H. Stress

Terkadang orang beranggapan tekanan yang hanya sedikit kadang bisa menjadi hal yang baik sehingga menjadi sebuah motivasi, dan membantu seseorang fokus pada tugas atau peralatan yang mereka gunakan. Namun, ternyata tekanan kerja sekecil apapun tetap dianggap sebagai hal negatif. Seperti kelelahan dan beban kerja mental dapat berubah menjadi stres dan mempengaruhi kinerja penting lainnya saat mengoperasikan atau merawat peralatan pertambangan.

Kowalski-Trakofler dkk. (2003) dalam Tim John Horberry, Robin Burgess-Limerick (2011) menemukan bahwa stres menjadi faktor utama dalam penilaian individu dan pengambilan keputusan ketika keadaan darurat di bawah tanah, seringkali dengan mempersempit fokus perhatian individu. Selain itu, stres dapat meningkatkan kemungkinan seseorang terlibat dalam perilaku yang tidak aman dan berisiko dengan menerapkan metode kerja "pintas", dimana peraturan dan prosedur keselamatan tidak diikuti dengan benar.

Implikasinya adalah jika ada tekanan waktu dan tekanan tinggi, operator mungkin berpikir bahwa mengambil risiko hanyalah bagian dari pekerjaan mereka dan bahwa tidak selalu ada waktu untuk mengikuti prosedur yang aman. Reaksi jangka pendek terhadap stres misalnya meninggalkan/mengabaikan tugas, meningkatkan kecemasan dan kegelisahan, lebih banyak argumen antara operator, dan peningkatan penggunaan alkohol atau obat-obatan terlarang. Dalam jangka panjang, masalah seperti kelelahan kerja dan peningkatan keluhan kesehatan bisa terlihat (seperti

masalah pencernaan atau kardiovaskular) (Grechet et al., 2008) dalam (Tim John Horberry, Robin Burgess-Limerick 2011).

Orang yang paling terpengaruh oleh stres untuk beban kerja mental yakni operator pertambangan muda yang masih banyak belajar, terutama dalam pengoperasian peralatan. Namun, tidak dipungkiri pula dapat terjadi pada pekerja yang lebih tua, yang memiliki kemampuan lebih sedikit untuk mengatasi tuntutan tugas karena kemampuan fisik menurun dan kemampuan persepsi dan kognitif (misalnya, kegagalan penglihatan atau gangguan memori).

Sektor tambang jarak jauh tidak selalu kondusif untuk mengatasi stres kecuali perusahaan pertambangan memberikan dukungan tambahan untuk beberapa bentuk, seperti konseling, acara sosial, atau jam kerja yang fleksibel. Karena stres adalah fenomena individu yang tidak mudah untuk memberikan banyak rekomendasi tugas umum untuk mengurangnya. Jaringan pendukung dalam situasi ini seringkali dapat ditingkatkan dengan komunikasi yang lebih baik antara operator dan atasan atau petugas medis untuk membantu mengidentifikasi risiko. Hal ini dapat dilakukan sebagai bagian dari program manajemen keselamatan formal yang berfokus pada aspek-aspek seperti komunikasi terbuka (Tim John Horberry, Robin Burgess-Limerick, 2011).

I. MSDS

Tugas secara manual di lingkungan pertambangan juga diketahui turut berbahaya yang dapat menyebabkan berbagai cedera dan kondisi yang secara kolektif disebut sebagai gangguan muskuloskeletal, adapun diantaranya yakni sebagai berikut:

1. Keseleo dan ketegangan otot, ligamen, dan tendon;
2. Cedera punggung, termasuk kerusakan pada otot, tendon, ligamen, cakram tulang belakang, saraf, sendi dan tulang;
3. Luka sendi atau degenerasi, termasuk luka di bahu, siku, pergelangan tangan, pinggul, lutut, pergelangan kaki, tangan dan kaki;

4. Cedera tulang;
5. Cedera saraf;
6. Kelainan otot dan vaskular sebagai akibat getaran lenggangan; dan
7. Hernia jaringan lunak (Department of Mines and Petroleum, 2010).

J. Luka

Pertambangan menyumbang sekitar satu persen dari seluruh angkatan kerja dunia, dimana sekitar 30 juta pekerja sekitar 10 juta di antaranya bekerja pada tambang batu bara. Para pekerja tambang menghadapi kombinasi situasi tempat kerja yang terus berubah. Beberapa bekerja di atmosfer tanpa cahaya alami atau ventilasi, menciptakan rongga di bumi dengan mengeluarkan material dan mencoba memastikan tidak akan ada reaksi langsung dari strata di sekitarnya. Terlepas dari upaya-upaya di sejumlah negara, jumlah korban tewas, cedera, dan menanggung penyakit di antara pekerja tambang di dunia tetap bertambah. Hal ini dikarenakan pada sebahagian besar negara, pertambangan tetap merupakan pekerjaan yang paling berbahaya. Meskipun hanya menyumbang satu persen dari angkatan kerja global, namun bertanggung jawab atas sekitar delapan persen kecelakaan fatal di tempat kerja. Tidak ada data yang dapat diandalkan pada luka-luka, namun jumlahnya signifikan. Begitupula jumlah pekerja yang terkena dampak penyakit menular seperti pneumokoniosis, gangguan pendengaran, efek getaran, dan berbagai penyakit akibat kerja lainnya (ILO, 2009).

BAB



HUMAN ERROR DI PERTAMBANGAN



Gambar.22 Alat pengeboran minyak terbakar dan ambruk di Teluk Meksiko

Source: http://www.nola.com/news/gulf-oil-spill/index.ssf/2010/09/5_key_human_errors_colossal_me.html

Seorang ahli keselamatan W.H. Heinrich (1931) menyatakan, setiap kecelakaan pasti memiliki pemicu, tak ada suatu *event* apapun yang tanpa sebab sebagai pemicunya, dan jika faktor penyebab dihilangkan maka kecelakaan dapat di cegah atau terhindari. Aksioma Heinrich, 85% kecelakaan di tempat kerja disebabkan oleh faktor manusia dengan tindakan yang tidak aman (Ramli, 2010).

Hal berbeda di ungkapkan oleh Organisasi Buruh Internasional atau *International Labour Organization*, disingkat ILO, menurutnya

sebagian besar kecelakaan di tempat kerja terjadi karena pengusaha tidak berinvestasi dalam menjamin keselamatan pekerja, yang kemudian kebanyakan pemilik usaha akan menyalahkan pekerja atas kecelakaan yang terjadi di tempat kerja. Padahal, tempat kerja yang aman dihasilkan ketika bahan, peralatan, lingkungan kerja dan desain kerja dan tugas yang seaman mungkin tersedia.

Pendidikan tentang praktik aman dan prioritas manajemen keselamatan pekerja atas produktivitas merupakan elemen penting untuk memastikan tempat kerja yang aman. Tidak ada manusia yang dapat tetap memperhatikan dan berkonsentrasi selama 60 detik, setiap 60 menit, selama 8 jam dalam sehari. Selanjutnya, setiap pekerja dibuat untuk melakukan tugas yang berulang dan monoton untuk meningkatkan kecepatan tugas dan produktivitas. Sebenarnya, supervisor menuntut lebih banyak pekerjaan seiring hari berakhir. Dengan demikian, tubuh dan pikiran yang lelah, sangat sulit untuk memenuhi target pada jam-jam terakhir di hari kerja (ILO, 2016).

Di sektor industri pertambangan, kemungkinan adanya insiden kecelakaan baik morbiditas atau mortalitas tak dapat dipungkiri disebabkan oleh sifat tugas pekerja di wilayah pertambangan terbilang ekstrem seperti pekerja harus rela menelusuri jalur bawah tanah untuk mendapat sumber daya alam yang tertimbun oleh tanah. Beberapa kecelakaan dapat terjadi akibat kesalahan mesin ataupun atas *human error* namun segala tindakan terbaik untuk meminimalisir insiden kecelakaan di pertambangan tentulah harus dipertimbangkan oleh pemilik atau pejabat yang telah ditunjuk dalam mengatasi permasalahan tersebut. Berikut beberapa faktor risiko yang dapat muncul di sektor pertambangan atas kecelakaan kerja yang di rujuk pada buku (Geoff Simpson, Horberry, 2009)

A. Kesalahan Manusia

1. Berbasis *Skill*, Berbasis *Rule* dan Berbasis Pengetahuan

Kesalahan berbasis keterampilan terjadi saat mengerjakan sistem “*auto-pilot*” atau suatu kondisi kerja yang terjadi karena sistem mekanikal atau elektrikal yang dipandu tanpa campur tangan

pekerja secara langsung. Kesalahan berbasis aturan terjadi saat tindakan yang salah dianggap karena berasal dari peraturan.

Kesalahan berbasis pengetahuan terjadi bila situasi telah melampaui yang tercakup dalam pelatihan dan / atau pengalaman orang tersebut. Sebagai contoh ketika pekerja harus melakukan praktik kerja langsung namun karena terbilang baru maka tak ada satu pun pemahaman mereka yang berhubungan langsung dengan identifikasi tindakan yang diminta. Olehnya ketika hal ini terjadi pekerja harus bergantung pada pengetahuan pribadi yang lebih luas dan mencoba untuk melakukan cara dengan analogi dan atau kembali ke prinsip dasar.

2. Kesalahan *Slip/Lapses* dan Pelanggaran

Slip/lapse dicirikan atas kondisi dengan niat yang benar namun akhirnya mengambil tindakan yang salah. Seperti: salah mengartikan instruksi rekan kerja baik dalam menghentikan pengeboran mesin atau melanjutkannya. Kesalahan ini terkadang muncul akibat adanya pengalihan perhatian bersifat eksternal (mis. suara yang muncul tiba-tiba atau seseorang berbicara dengan kita) dan internal (mis. memikirkan rencana dengan rekan kantor). Sedangkan pelanggaran terjadi ketika seseorang dengan sengaja memilih tindakan yang menyimpang dari yang seharusnya. Misalnya, lebih memilih tidak menggunakan alat pelindung diri/*Personal Protective Equipment* (APD) saat bekerja.

a. Kesalahan komisi dan omisi

Kesalahan komisi dapat digambarkan atas berniat menekan tombol *stop* pada suatu mesin namun yang tertekan adalah tombol *restart*, membaca informasi yang salah atau memberikan instruksi yang salah, dsb. Kesalahan omisi merupakan gagal melakukan sesuatu yang seharusnya dilakukan. Misalnya, pekerja melewatkan langkah demi langkah prosedur yang telah ditentukan di awal.

b. Masukan, keputusan dan keluaran

Deskripsi proses pengolahan informasi pada manusia yang paling sederhana terdiri dari tiga yaitu: masukan (menerima informasi), keputusan (menentukan arti dan tindakan apa, yang perlu diambil), dan *output* (mengambil tindakan). Klasifikasi ini terbilang sederhana namun dapat membantu mengidentifikasi penyebab kesalahan dan bagian mana dalam menerapkan teknik mitigasi *error*. Sebagai contoh: *Kesalahan input* segera memusatkan perhatian pada kualitas, kelengkapan, ketersediaan, ketepatan waktu dan sebagainya dari informasi yang dibutuhkan, *kesalahan keputusan* segera memusatkan perhatian pada apakah operator memahami implikasi dari informasi yang diterima, apakah mereka mengetahui apa yang harus dilakukan dan bagaimana melakukan apa yang diperlukan sebagai tanggapan atas informasi tersebut, dan *kesalahan output* terjadi saat pekerja tahu dari informasi yang diterima, dimana pekerja seharusnya melakukan sesuatu, pekerja tahu apa yang harus dilakukan namun karena terdapat masalah maka hanya melakukan atau menyelesaikan tindakan yang diperlukan. Hal ini dapat terjadi sebagai akibat dari aksesibilitas kontrol atau kurangnya informasi umpan balik yang memadai (yang memberi tahu pekerja bahwa tindakan pengendalian tersebut memiliki efek tertentu), dan sebagainya.

c. Nilai klasifikasi kesalahan manusia

Nilai klasifikasi kesalahan manusia memungkinkan pendekatan yang lebih terstruktur dan terfokus untuk memahami penyebab kesalahan dan jalur untuk mengurangi kesalahan kerja. Misalnya, penyebab kesalahan slip (menurut definisi tidak disengaja) kemungkinan sangat berbeda dari kesalahan pelanggaran (menurut definisi disengaja). Telah diterima secara luas bahwa klasifikasi kesalahan manusia yang paling komprehensif dan berguna adalah kombinasi antara

Rasmussen skill, aturan dan struktur pengetahuan dengan alasan *slip/lapse*, kesalahan, dan pelanggaran. Klasifikasi yang paling sering dikutip adalah sebagai berikut:

- a. Penyimpangan berbasis keterampilan;
- b. Penyimpangan berbasis aturan;
- c. Kesalahan berbasis aturan;
- d. Kesalahan berbasis pengetahuan; dan
- e. Pelanggaran (*Violations*).

Pelanggaran sering dianggap sebagai hal yang berbahaya dimana perilaku yang melanggar terkadang berasal dari keyakinan terkait melawan peraturan, prosedur, dll dengan anggapan akan menghasilkan hasil yang lebih efisien (dan/atau lebih aman). Saat ini diketahui bahwa, kesalahan manusia umumnya telah dikategorikan atas pelanggaran yang berbeda (HFRG, 1995) dalam (Geoff Simpson, Horberry, 2009) yakni:

- a. *Routine violations*, menunjukkan perilaku kebiasaan yang bertentangan dengan peraturan, hal ini dihubungkan dengan aturan yang tersedia tidak terlalu ketat sehingga pekerja dapat dengan mudah melanggarnya. Pelanggaran ini dianggap mampu menimbulkan risiko tinggi karena konsekuensi yang tak dapat diprediksi;
- b. *Situational violations*, merupakan suatu pelanggaran di lingkungan kerja atas aturan yang dianggap tidak efektif atau tidak aman mengingat keadaan yang dialami spesifik;
- c. *Exceptional violations*, merupakan pelanggaran yang jarang terjadi dan sering muncul dalam situasi yang tidak biasa dimana seseorang mencoba memecahkan masalah baru dan merasa melanggar sebuah prosedur tidak dapat dihindari. Pelanggaran ini juga mampu membawa risiko tinggi karena konsekuensi tindakan tidak selalu dapat diprediksi;
- d. *Optimising violations*, pelanggaran yang dibuat hanya sesekali dengan maksud membuat situasi yang berbeda

akibat kebosanan dan terkadang muncul karena rasa ingin tahu.

Sebagai tambahan, suatu klasifikasi telah diusulkan oleh van der Molen dan Botticher (1988) dan disesuaikan dengan konteks pertambangan oleh Joy (2000) dalam (Geoff Simpson, Horberry, 2009) yang walaupun tidak diklasifikasikan atas kesalahan manusia namun turut membantu dalam mengidentifikasi/memahami sumber kesalahan manusia, yakni:

- a. Keputusan strategis (formal dan terencana melalui proses pengumpulan informasi secara sistematis, mempertimbangkan pilihan dan menarik kesimpulan yang dipertimbangkan dengan cermat).
- b. Keputusan taktis (keputusan informal di mana keputusan dibuat berdasarkan penghakiman terhadap peraturan yang telah diketahui dan yang sudah tercantum, atau bila tidak ada peraturan disesuaikan atas pengalaman dan pertimbangan profesional pro dan kontra).
- c. Keputusan operasional (keputusan yang otomatis diberlakukan Misalnya, ketika belajar mengemudi di mana setiap tindakan dimulai sebagai keputusan secara sadar/disengaja namun, seiring berjalannya waktu, tindakan tersebut menjadi mudah dan terbiasa sehingga hampir tidak perlu dipikirkan).
- d. Kegagalan aktif dan laten

Kegagalan aktif adalah kesalahan operator yang secara langsung mempengaruhi pengoperasian peralatan/sistem. Kegagalan laten adalah kegagalan dalam desain, manajemen, pelatihan, pengawasan dan lain-lain yang mempengaruhi kegagalan aktif. Kegagalan sangat penting diketahui karena apa pun yang dikerjakan dalam menanggapi kegagalan aktif, jika kegagalan laten tidak teridentifikasi dan ditangani, probabilitas kecelakaan berulang atau kecelakaan serupa tetap ada.

Sayangnya pendekatan tradisional terhadap kesalahan manusia dalam investigasi kecelakaan sering tidak diidentifikasi lebih lanjut ketika secara umum kesalahan manusia telah diidentifikasi. Pendekatan ini terbilang lemah karena akan menjadikan suatu kegagalan kembali. Sebagai contoh;

Sejumlah kerusakan hanya terjadi pada beberapa kendaraan di armada bawah tanah di tambang batu yang keras. Pemeriksaan kerusakan yang disarankan, tanpa keraguan menurut chief engineer tambang, bahwa terlalu cepat adalah faktor yang signifikan. Tambang tersebut telah dengan hati-hati mensurvei di mana batas kecepatan yang akan dibutuhkan (misalnya, downgrade, tikungan, persimpangan dll.) Dan menetapkan batas kecepatan yang sesuai. Mereka telah menandatangani rambu-rambu ini (dengan tanda-tanda reflektif) dan dengan hati-hati menempatkan mereka di tempat yang mudah dilihat dari posisi pengemudi.

Selain itu, mereka telah memasukkan persyaratan batas kecepatan dalam pelatihan pengemudi awal dan penyegaran (pengemudi dilatih ulang dan diuji setiap tahun). Atas dasar tindakan manajemen risiko yang diambil, mereka sampai pada kesimpulan bahwa satu-satunya penjelasan yang mungkin adalah bahwa mereka memiliki sejumlah "driver koboi". Pemeriksaan Human Factor yang lebih rinci berdasarkan identifikasi apa yang bisa menjadi predisposisi over-speeding diidentifikasi bahwa tidak satu pun kendaraan di armada bawah tanah dilengkapi dengan speedometer!

Dalam situasi ini, terlepas dari semua tindakan pengendalian risiko yang sangat masuk akal, kegagalan laten dalam desain kendaraan berarti bahwa kecuai jika diputuskan insiden yang sedang berjalan tidak dapat dielakkan. Sedangkan contoh di atas berfokus pada kegagalan desain, Reason (1990) dalam (Geoff Simpson, Horberry, 2009) mengidentifikasi, kegagalan laten yang menjadi predisposisi potensi kesalahan dapat dan terjadi pada semua tingkat di dalam sebuah organisasi. Klasifikasi tingkat ini ditunjukkan pada Gambar 23.



Gambar.23 Kerangka inferensi yang mempengaruhi kesalahan manusia

Kesalahan dapat terjadi pada masing-masing tingkatan sehingga menyebabkan suatu kecelakaan. Mengidentifikasi faktor-faktor predisposisi bukan hanya penting untuk memahami kesalahan manusia tetapi juga penting dalam mengidentifikasi dan menargetkan langkah-langkah perbaikan yang sesuai dan memastikan bahwa kemungkinan kejadian berulang atau serupa, diminimalkan di semua aspek operasi yang dapat dipengaruhi oleh kegagalan laten.

Reason (2000) dalam Geoff Simpson, Horberry (2009) telah mengambil pendekatan lebih jauh dengan memperkenalkan konsep kesalahan sistem (atau "organisasi"), pendekatan ini berfokus pada pengambilan keputusan manajemen, manajemen keselamatan, budaya keselamatan dan komunikasi. Untuk analisis kecelakaan, prinsip dasarnya adalah kesalahan "sistem" daripada kesalahan "individu" namun tetap harus diperiksa untuk mendapatkan pemahaman jelas tentang

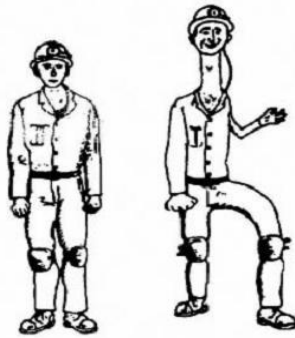
kejadian tersebut. Dekker (2006) dalam Geoff Simpson, Horberry (2009) memberikan pandangan "baru" tentang kesalahan manusia, yang menggabungkan poin di atas menjadi tiga faktor utama:

- a. Kesalahan manusia bukanlah "penyebab" kegagalan. Ini adalah efek, atau gejala, masalah yang lebih dalam;
- b. Kesalahan manusia tidak acak atau secara sistematis terhubung ke fitur alat, tugas, dan lingkungan operasi;
- c. Kesalahan manusia bukanlah kesimpulan dari penyelidikan insiden - ini hanya menjadi titik awal.

B. Mesin dan Manusia

Peneliti mengidentifikasi begitu banyak kesalahan penggunaan dengan mesin dari sudut pandang ergonomi, sehingga mereka memutuskan lebih mudah merancang ulang daripada mendesain ulang suatu mesin. Gambaran fitur desain operator "*genetically modified*" yakni sebagai berikut:

1. Memiliki leher yang panjang yang memungkinkan dia melihat/memutar bor yang langsung di depannya sejajar dengan mata layaknya operator normal;
2. Memiliki lengan kiri yang pendek yang memungkinkannya mengoperasikan dengan mudah dari 12 kontrol yang berada pada tingkat bahu dan sangat dekat dengan bahu;
3. Memiliki tangan kanan yang besar untuk mengoperasikan kontrol trek (untuk memutar kendaraan sesuai pelacakan);
4. Dapat membungkuk, agar kaki bisa duduk dengan nyaman di sekitar 8 kontrol yang diposisikan di antara kedua lututnya;
5. Memiliki kaki kanan yang pendek untuk mengoperasikan dengan nyaman "*deadman's pedal*" yang diposisikan sangat dekat dengan kursi jongkok. (Ilustrasi tampak gambar 24)



Gambar.24 Operator *drill-loader* yang dirancang ulang

Meskipun ini mungkin merupakan contoh yang agak sembrono, poinnya bahwa hal ini dapat mengurangi kesalahan pekerja. Contoh masalah mesin – manusia juga dapat dilihat dari dua desain kendaraan pengangkut muatan jarak jauh yang digunakan di tambang untuk pengiriman bahan-bahan dari atau ke bawah tanah. Posisi fungsi maju dan mundur pada pemilihan roda-gigi yang berlawanan dengan satu mesin ke mesin lainnya, hal ini mungkin tidak akan menyebabkan masalah jika pengemudi dilatih pada satu mesin tertentu dan kemudian hanya mengendarai mesin itu, tetapi kalau dengan mesin yang berbeda mungkin akan terjadi kesalahan. Selain itu, operator tidak terbiasa mengganti mesin selama shift, kekhawatiran tentang kemudahan akses dan jalan keluar pada mesin, kecepatan alat, dan sebagainya merupakan bagian dari kesalahan yang mungkin muncul terkait antar manusia dan mesin.

Ada empat tingkat di mana tindakan dapat / harus dilakukan untuk mengurangi kemungkinan potensi kesalahan yang direncanakan dalam peralatan pertambangan:

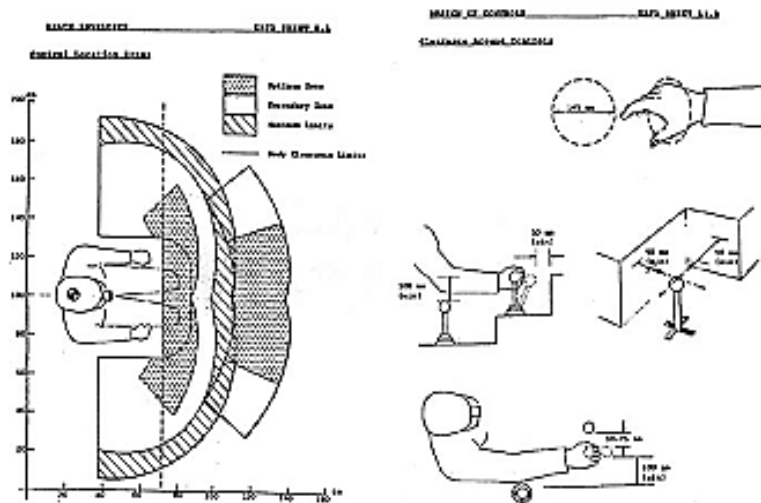
1. Regulator Kesehatan dan Keselamatan;

UK Health and Safety at Work Act tahun 1974 menempatkan suatu tanggung jawab yang tegas kepada produsen dan pemasok peralatan untuk memastikan dalam desain dan pembuatan, bahwa tidak ada yang dilakukan (atau tidak dilakukan) yang dapat

membahayakan pengguna diakhir penggunaan peralatan. Sejak diberlakukannya peraturan serupa telah diadopsi oleh negara-negara pertambangan besar lainnya.

2. Produsen/Pemasok Peralatan Pertambangan;

Terdapat tanggung jawab hukum dan moral yang jelas pada para perancang, produsen, dan pemasok peralatan pertambangan untuk memastikan bahwa pertimbangan tingkat rendah saat ini dari operator dan pengelola produk meningkat secara signifikan secepat mungkin. Untuk memperbaiki situasi ini perancang memerlukan perhatian lebih untuk diberikan pada pertimbangan faktor manusia dan ergonomi selama proses perancangannya. Setidaknya di awal, mereka perlu lebih sadar dan secara rutin menggunakan informasi yang sudah tersedia sebagai bahan acuan utama pembuatan.



Gambar.25 Gambaran terkait desain ergonomik mesin-manusia (Simpson, (1993) dalam (Geoff Simpson, Horberry 2009)

McPhee (2007) dalam Geoff Simpson, Horberry (2009) telah menganjurkan standar kebutuhan untuk pengembangan kendaraan

besar. Kategori utama saran desain ergonomi yang di anjurkan adalah:

- a) Ingress/egress dari kabin;
- b) Ruang operator;
- c) Tempat duduk;
- d) Kontrol;
- e) Instrumen dan *display*;
- f) Sinyal peringatan lainnya;
- g) Lingkungan taksi;
- h) Visibilitas di dalam dan dari taksi;
- i) Aksesibilitas pengukur level cairan/penglihatan untuk operator;
- j) Aksesibilitas dilayani oleh operator;
- k) Aksesibilitas ke komponen yang diganti secara teratur atau diperbaiki untuk perawatan personil;
- l) Latihan.

Tidak ada keraguan bahwa banyak informasi yang tersedia untuk memungkinkan para perancang di perusahaan peralatan pertambangan meminimalkan kecenderungan yang dirancang terkait potensi kesalahan manusia. Sama seperti yang ditunjukkan oleh inisiatif EMESRT, informasi ini tersedia dengan cara yang lebih mudah diakses/mudah digunakan. Hal ini kembali kepada produsen peralatan pertambangan apakah mereka mengetahui tugas mereka secara baik dan apakah mereka menggunakan informasi ini dalam proses perancangannya.

3. Perusahaan Pertambangan dan Pertambangan Individu;

Tingkat proaktif sebagai dampak yang paling banyak dilakukan oleh industri pertambangan pada khususnya mengambil posisi "agresif" jauh lebih banyak dalam kaitannya dengan pemasok. Dimasukkannya sebagian besar rumah pertambangan dalam pendekatan "filosofi desain" EMESRT merupakan langkah maju yang besar dalam konteks ini. Namun, langkah yang lebih berani dan

hampir pasti lebih efektif adalah memasukkan persyaratan formal untuk memasukkan informasi ergonomi /*human factor* berbasis risiko sesuai persyaratan-persyaratan /spesifikasi pembeliannya.

Sedangkan pendekatan reaktif terhadap pengurangan potensi kesalahan yang dirancang termasuk penggunaan informasi yang lebih aktif dan sistematis yang tersedia untuk memperbaiki faktor ergonomi/manusia melalui retrofit. Informasi yang tersedia di situs MIRMgate sangat membantu dalam konteks ini karena memungkinkan masing-masing tambang memanfaatkan perbaikan yang dilakukan di tempat lain di industri ini.

4. Faktor Manusia/Spesialis Ergonomi.

Sumbangan terpenting dari ahli ergonomi/faktor manusia adalah penyediaan informasi yang lebih banyak dan lebih luas yang secara khusus disesuaikan dengan pertambangan dan yang disajikan dalam format yang sesuai bagi perancang. Spesialis faktor manusia dapat membantu dengan isu-isu seperti:

- a) Standarisasi peralatan baru;
- b) Kegunaan teknologi maju;
- c) Pelatihan yang tepat;
- d) Integrasi alarm;
- e) Konsultasi operator dan manajer untuk memastikan teknologi baru diterima dan dipercaya namun tidak terlalu mengandalkan; dan
- f) Desain kontrol dan *display*.

Demikian juga spesialis faktor ergonomis / manusia dapat memberikan informasi penting untuk membantu operator mempertahankan pemahaman yang benar tentang situasi di mana mereka berada, dan keadaan proses pekerjaan mereka. Hal ini penting untuk tugas yang lebih kompleks seperti pengeboran, pengendalian proses (misalnya penggilingan, pemrosesan mineral) atau mengendarai truk pengangkut besar. Aspek Situation Awareness (SA) menjadi salah satu aspek kesalahan manusia yang telah

mendapat banyak perhatian dikarenakan ketika SA minim akan mempengaruhi tujuan tugas mereka saat itu ataupun dalam waktu dekat.

C. Lingkungan Tempat Kerja

Permasalahan utama yang menjadi perhatian atas munculnya *human error* yang akan menjadikan suatu kecelakaan kerja yakni kebisingan, penerangan, dan lingkungan termal. Hal ini dikaitkan dengan bentuk kenyamanan dan kesehatan subyektif operator (baik jangka panjang maupun jangka pendek). Beberapa faktor lainnya juga telah dijelaskan pada *Bab 4 Hazard & Risiko di Pertambangan*.

Demikian pula dengan gejala, bekerja di lingkungan dengan pencahayaan yang buruk/tidak tepat memunculkan rasa sakit kepala, penglihatan kabur/ganda, silau dan penurunan kinerja visual serta efek langsung karena tidak dapat melihat dengan jelas apa yang perlu dilihat. Komponen utama di lingkungan termal adalah suhu udara, kelembaban dan pergerakan udara. Mengingat suhu tentu saja bisa menimbulkan masalah bila terlalu tinggi atau terlalu rendah, suhu yang cukup tinggi dapat menyebabkan efek seperti mudah tersinggung, kehilangan konsentrasi, meningkatkan kesalahan, kehilangan performa dalam pekerjaan berat dan kelelahan yang kuat, sedangkan suhu yang terlalu rendah dapat menyebabkan mobilitas tangan kurang, memperlambat keterampilan manual, meningkatkan kecanggungan dan rasa sentuhan yang menurun.

Kebisingan tingkat tinggi memiliki risiko kesehatan kerja yang jelas selama periode paparan yang lebih lama seperti penurunan kemampuan pendengaran. Sejauh ini ukuran tindakan mitigasi risiko yang paling umum adalah penggunaan perlindungan pendengaran dalam bentuk penutup telinga, sisipan telinga, dll. Secara khusus Geoff Simpson & Horberry (2009) menggambarkan beberapa masalah terkait faktor lingkungan tempat kerja yang turut mempengaruhi faktor atas kesalahan manusia, yakni sebagai berikut;

Surface workshop operations-coal mining: Seorang pria terbunuh karena *fork-lift truck* terbalik di jalur yang membelok. Baik pengemudi dan beberapa orang yang berada di lingkungan tersebut mengonfirmasi bahwa pria tersebut terjebak di antara *fork-lift* dan struktur internal dengan membelakangi truk pembalikan di area yang berada di luar jalur yang ditunjuk. Akibatnya penyelidikan awal menyimpulkan bahwa, posisi pekerja yang buruk penyebab utama kematian. Namun, penyelidikan lebih lanjut mengungkapkan bahwa pelindung pendengaran yang dikenakan pria itu adalah atenuasi yang lebih tinggi daripada yang dibutuhkan untuk tingkat kebisingan sekitar dan cenderung menutupi kemungkinan kebalikan dari peringatan terbalik. Jadi, tetap saja kasus bahwa pria itu berada dalam posisi yang seharusnya tidak ada, tidak diragukan lagi bahwa kegagalan untuk mempertimbangkan masalah keamanan potensial dari atenuasi juga berkontribusi secara signifikan terhadap korban.

Surface hard rock mining: debu yang berlebihan bisa menjadi masalah umum saat sekop truk sedang memuat material yang dapat menyebabkan pembatasan jarak pandang yang luas. Meskipun mobil air biasanya tersedia untuk meminimalkan debu, beberapa operasi pemuatan dilakukan selama beberapa jam tanpa penyiraman secara keseluruhan. Selain itu, banyaknya truk pengangkut yang beroperasi mampu menimbulkan risiko tabrakan dengan *cable poles*.

Kedua contoh permasalahan tersebut diharapkan dapat menjadi gambaran bagi pemilik usaha untuk mencari alternatif penyelesaian yang saling menguntungkan. Geoff Simpson & Horberry (2009) menambahkan rute potensial untuk perbaikan atas faktor predisposisi lingkungan tempat kerja, diuraikan sebagai berikut;

Sehubungan dengan pencahayaan dan kebisingan, perawatan yang cukup harus dilakukan untuk memeriksa semua aspek dan semua tugas yang harus dilakukan di area kerja, seperti dengan menggunakan standar internasional ISO 6395 untuk kebisingan. Intinya, setelah membuat desain untuk lingkungan kebisingan

tertentu, sinyal yang memiliki kombinasi frekuensi dan kenyaringan yang memberi sinyal di dalam jendela desain.

Mengingat *mobile equipment*, filosofi desain EMESRT untuk kebisingan menyebutkan, hal yang dapat diterapkan industri untuk mengurangi risiko kebisingan yakni;

1. Tertutup rapat dan dikondisikan dengan kabin ber-AC;
2. Bahan menyesuaikan dengan suara keras dan insulasi tambahan ke kabin;
3. Sepotong kaca panel ganda (diperkuat, dilaminasi, tahan pecah) di semua sisi yang secara signifikan mengurangi paparan suara operator;
4. Pintu segel diposisikan sedemikian rupa sehingga tidak rentan terhadap kerusakan fisik pada operasi normal;
5. Seleksi dan relokasi sistem pendingin udara untuk mengurangi kebisingan;
6. Bahan penyerap suara di sekitar komponen luar (sistem pembuangan, kompartemen mesin, kipas pendingin);
7. Perangkat pembatalan bising aktif yang dirancang untuk menurunkan kebisingan yang disebabkan oleh gelombang suara frekuensi rendah; dan
8. *Headphone* komunikasi *in-cab* dengan teknologi mendengarkan aktif yang dirancang untuk mengintegrasikan semua komunikasi radio langsung ke *headset* dan membatasi *output noise*.

Memastikan pencahayaan lokal tersedia, membantu keselamatan tanpa mengorbankan dampak buruk kepada orang lain di seluruh area kerja. Namun, kadang-kadang mungkin untuk mencapai peningkatan yang sangat efektif harus melalui perubahan retrofit. Solusi yang disarankan adalah menjalankan kabel serat optik dari lampu depan panel instrumen dengan lubang kabel di atas setiap layar. Dengan cara ini, masalah dipecahkan dengan biaya minimal dan tanpa kompromi terhadap persyaratan keselamatan intrinsik. Secara keseluruhan, perlu ada perencanaan yang tersusun

rapi dari pihak manajemen pada setiap proses yang akan dilaksanakan (MISHC, 2009) dalam (Geoff Simpson, Horberry, 2009).

D. Kode, Aturan, dan Prosedur

Kode, aturan, dan prosedur pada dasarnya merupakan instruksi dari Sistem Manajemen Keselamatan (mis. pernyataan, metode, instruksi keamanan, izin kerja, praktik kerja yang aman, dll). Seluruh tujuan kode, peraturan, dan prosedur keselamatan adalah informasi untuk membangun perilaku rutin yang aman. Atas dasar ini, kegagalan untuk menerapkan persyaratan kode keselamatan, peraturan dan prosedur tidak diragukan lagi merupakan pelanggaran dan sering dianggap sebagai akar penyebab kecelakaan/insiden. Berikut contoh terkait kesalahan atas kode, aturan, dan prosedur.

1. Sebuah tambang bawah tanah telah memperkenalkan prosedur baru untuk memastikan bahwa *Loco Drivers* memiliki cara mudah untuk memberi tahu tim teknisi mengenai masalah keamanan apa pun tentang lokomotif mereka. Tambang tersebut memperkenalkan "*Loco Drivers Defects Book*" di mana pengemudi dapat mencatat kekhawatiran yang mereka temukan saat turun dari shift. Petugas teknisi yang sedang bertugas dapat memeriksa buku ini sebelum pergi ke bawah tanah pada awal peralihan mereka. Seorang sopir telah mendapat masalah saat turun pada Senin pagi, entri yang sama diulang setelah shift Selasa pagi, setelah shift pagi hari Rabu dan setelah shift Kamis pagi. Entri pada hari Jumat pagi sedikit berbeda dan dibaca: Tim peneliti memeriksa dengan petugas listrik untuk melihat mengapa mereka tampaknya mengabaikan komentar tersebut.

Sebenarnya, mereka telah memeriksa masalah pada hari Senin dan memutuskan bahwa sementara loko membutuhkan perhatian khusus dan bisa menunggu sampai giliran perawatan pada hari Sabtu pagi. Sayangnya, mereka tidak memasukkan ini ke dalam buku atau memberi tahu pengemudi. Jelas,

pengemudi yang bersangkutan pada saat ini merasa sangat kesal dan menyimpulkan bahwa buku itu benar-benar buang-buang waktu. Akhirnya ide bagus terbuang sia-sia.

2. Simpson et al. (1996) dalam (Geoff Simpson, Horberry, 2009) mempelajari penyebab kecelakaan transportasi ternyata ditemukan beberapa kendaraan melaju/melewati jalur dengan kecepatan tinggi, sementara yang lain melambat tapi terus melaju melewati persimpangan saat "tampak aman". Juga diamati di tambang yang sama, banyak kejadian ketika kendaraan dengan jelas melampaui batas kecepatan yang ditentukan dan disetujui.
3. Tindakan yang diperlukan jika terjadi kerusakan kendaraan di lingkungan tambang diatur dalam prosedur standar misalnya, menghalangi kendaraan, menyalakan lampu bahaya, memutar roda ke kiri, menempatkan rambu segitiga merah, dsb. Namun yang menjadi perhatian adalah ketika bagian dari masalah yang menyebabkan kegagalan hanya pada prosedur standar bukan disusun menjadi satu tindakan wajib yang ditetapkan dalam satu Standar atau keseluruhan tindakan yang disalin di semua standar yang relevan.
4. Prosedur yang berkaitan dengan pembongkaran jembatan secara aman (di tambang batu bara Inggris) menyatakan bahwa pekerja seharusnya tidak berada di bawah struktur saat pembongkaran. Dari kejadian ini seorang penambang terbunuh atas situasi tersebut. Hasil investigasi mengidentifikasi bahwa pin kopling hanya bisa dilepaskan dari bawah *conveyor*. Sebagai hasil dari kecelakaan ini, pin baru dirancang yang memungkinkan pengangkatan dari posisi yang aman dan instruksi nasional yang mengeluarkan bahwa semua pin harus diganti dengan desain baru. Beberapa tahun kemudian, kematian lain terjadi pada seorang pria yang membongkar *conveyor* dari bawah struktur. Terungkap bahwa meskipun catatan-catatan itu mencakup salinan instruksi

nasional, rancangan pin yang baru belum pernah digunakan. Serta berbagai masalah-masalah lainnya di lingkungan tambang.

Terlepas dari kesulitan-kesulitan tertentu, operasi penambangan harus memiliki kode, peraturan, dan prosedur keselamatan secara tertulis yang bertujuan untuk memandu para pekerja dalam melaksanakan kewajibannya di setiap bagian secara tertib sesuai dengan standar operasional. Namun, hal tersebut tidak berguna dalam penyusunannya kecuali diimplementasikan dan dipatuhi. Adapun yang perlu diperhatikan terkait kode, peraturan, dan prosedur di tambang yakni:

1. Prinsip umum dalam penyusunan kode, aturan, dan prosedur tertulis.

Ada empat prinsip penting yang harus dipertimbangkan dalam penyusunan instruksi/ prosedur yang efektif:

- a. Kesederhanaan fungsional, maksudnya instruksi tugas disusun sesederhana mungkin agar fungsinya bisa di mengerti, bisa tercapai atau bisa diimplementasikan dengan sebaik-baiknya sesuai tujuan yang telah ditetapkan.
- b. *Tailoring*, sangat penting untuk mengetahui pekerja yang di instruksi/prosedur yang dipersiapkan telah mereka pahami. Jika *audiens* tidak secara hati-hati menentukan keseluruhan rangkaian, asumsi yang dibuat dapat secara signifikan mengurangi keefektifan instruksi. Sebagai contoh, pekerja yang dikategorikan sebagai pemula sebaiknya diberi instruksi secara detail, bukan memberikan berbagai asumsi yang membuat pikiran mereka menerawang atas instruksi yang disampaikan (harus jelas).
- c. Penggunaan bahasa inggris yang jelas dan positif (atau bahasa lainnya), maksudnya para pekerja sebaiknya memahami aturan-aturan yang dibuat dengan menggunakan bahasa asing, karena bahasa "manajemen" di kebanyakan operasi penambangan adalah bahasa Inggris, bagian selanjutnya dari

bagian ini berfokus pada penulisan kode, aturan dan prosedur dalam bahasa Inggris.

Bahasa Inggris adalah bahasa yang "sangat longgar" di mana kata dan frasa individual dapat memiliki interpretasi yang berbeda bergantung pada konteksnya. Misalnya,

NO SMOKING

Atau

DO NOT SMOKE

Kata tersebut jika tidak dimaknai secara umum akan berarti dilarang merokok. Namun sebenarnya, *No Smoking* berarti *Dilarang Merokok* untuk daerah tersebut namun tidak untuk ditempat lain, dan *Do Not Smoke* berarti dilarang keras membuat asap dari sumber manapun dan menekankan langsung '*Merokok Dilarang Keras*'.

Semakin banyak kata yang digunakan maka semakin lama pesan tersebut dapat dipahami dan dapat membuat kesalahpahaman olehnya pesan harus dibuat sesederhana mungkin. Tabel.7 memberikan beberapa contoh kata sederhana tentang alternatif untuk bahasa yang lebih "mengesankan" dan sering digunakan.

Tabel.7 Contoh Alternatif Kata-Kata Sederhana

Instead of	Use
Application	Use
Erroneous	Wrong
Extant	Current
In Conjunction With	With
Initiate	Start
(It Is) Obligatory/Mandatory	(You) Must
Perform	Do
Request	Ask

Instead of	Use
Subsequently	Later
Terminate	Stop
Utilise	Use
With Effect From	From

Sumber : (Geoff Simpson, Horberry 2009)

Sebagai kesimpulan, untuk penggunaan bahasa asing di lingkungan pertambangan sebaiknya memperhatikan poin-poin berikut;

- 1) Lebih mudah dimengerti;
- 2) Gunakan sedikit kata;
- 3) Lebih mudah diingat; dan
- 4) Meminimalkan kemungkinan disalahpahami/disalahartikan.

d. Uji coba/ *Piloting*

Tanpa pemeriksaan tidak mungkin untuk memastikan bahwa ada kesalahpahaman potensial yang telah diidentifikasi atau bahkan apakah draft instruksi/prosedur sebenarnya praktis dalam situasi di mana hal tersebut harus diterapkan. Intinya, dalam menetapkan kode keselamatan, aturan, atau prosedur yang dibutuhkan untuk menanganinya perlu diperhatikan terkait hal berikut:

- 1) Siapa yang memberi wewenang / memulai aksi, siapa yang mengambil tindakan, siapa yang perlu mengetahui tindakan yang telah dilakukan, dll?
- 2) Tindakan apa yang harus dilakukan, informasi apa, dan peralatan lain yang diperlukan untuk mengambil tindakan, apa yang perlu dilakukan begitu tindakan diambil, dll?
- 3) Kapan tindakan diambil?
- 4) Mengapa tindakan diambil (yang harus mencakup konsekuensi tidak mengambil atau mengambil tindakan yang salah)?

Jika semua pertanyaan ini telah terjawab, selanjutnya harus ada pemikiran untuk menyiapkan kode, aturan, atau prosedur yang sebenarnya.

2. Pendukung/melengkapi kode, peraturan dan prosedur tertulis

Tidak peduli seberapa baik ditulis dan disajikan terkait instruksi, yang pastinya tidak boleh dianggap cukup atas perlindungan terhadap risiko yang konsekuensinya berpotensi tinggi. Di daerah dengan konsekuensi tinggi dukungan tambahan harus dipertimbangkan dalam bentuk:

- a. Kualifikasi/ pengalaman spesifik: Bila kualifikasi/ pengalaman spesifik diperlukan untuk melakukan tugas ini harus dijelaskan sebagai pernyataan pertama atas instruksi/ prosedur. Tidak ada gunanya membiarkan pembaca mencapai akhir sebelum menyadari bahwa dokumen itu tidak sesuai untuk mereka atau, lebih buruk lagi tidak memperhatikan bahwa instruksi tersebut tidak sesuai untuk mereka dan berpikir mereka dapat melanjutkan.
- b. Pelatihan formal: Untuk banyak instruksi/ prosedur terutama yang berkaitan dengan tugas administrasi yang benar, cukup memadai dengan hanya mengeluarkan dokumen, jika perlu beberapa bentuk pengakuan dari pekerja yang mereka miliki sendiri. Namun, instruksi/ prosedur berkaitan dengan operasi yang penting dalam hal keselamatan, lebih tepat untuk menerapkan program pelatihan yang lebih formal.

Pelatihan formal dalam konteks ini memiliki tiga keunggulan tertentu. Pertama, memastikan semua staf di semua shift menerima pesan yang sama. Kedua, memberikan kesempatan khusus bagi peserta didik untuk mencari penjelasan/ klarifikasi lebih lanjut mengenai setiap titik kesalahpahaman potensial. Ketiga, memungkinkan pelatihan dicatat secara formal, misalnya, log pelatihan yang kemudian

memberikan dasar untuk memastikan hanya staf terlatih yang tepat ditempatkan pada tugas tersebut.

- c. Penilaian kompetensi: Pada tugas kritis khususnya, mungkin tepat untuk mengakhiri pelatihan formal dengan tes kompetensi, baik dalam bentuk tes pemahaman atau oleh "*dry-run*", di mana setiap pelajar mengikuti instruksi/ prosedur. di bawah pengamatan dalam kondisi aman (mungkin disimulasikan). Pada tugas keselamatan yang penting, pertimbangan serius harus diberikan pada pengujian ulang kompetensi secara reguler.
- d. Pengawasan yang memadai: Penting untuk memastikan bahwa semua staf yang mungkin mengawasi pelaksanaan instruksi / prosedur dilatih sepenuhnya dalam penggunaannya. Penting pula bagi staf untuk memahami pentingnya *stand-by* saat dibutuhkan dan untuk benar-benar memeriksa kelengkapan operasi sebelum melakukan penandatanganan.
- e. Audit/pemantauan rutin: Telah terbukti bahwa kepatuhan terhadap instruksi / prosedur dapat dan akan terkikis seiring waktu jika pelanggaran tidak diidentifikasi dan diperbaiki. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa kepatuhan terhadap instruksi/ prosedur merupakan pertimbangan penting dalam semua bentuk pemantauan rutin dan audit praktik operasional.

Ada dua hal penting lainnya yang perlu diperhatikan selain poin yang dibuat di atas:

- a. Apakah proses perubahan manajemen (termasuk persyaratan pengendalian dokumen) telah sepenuhnya dilaksanakan? Salah satu masalah umum yang terkait dengan kepatuhan terhadap instruksi / prosedur adalah di mana staf mematuhi persyaratan lama dan bukan persyaratan baru.
- b. Apakah pelaksanaannya diperhatikan adanya keterlibatan staf kontraktor dalam penggunaan instruksi / prosedur? Masalah umum dengan kepatuhan terhadap instruksi / prosedur adalah

di mana kontraktor bekerja untuk proses *in house* mereka daripada proses di lokasi.

3. Masalah khusus dalam operasi penambangan internasional

Meskipun bahasa Inggris sering kali disebut sebagai "bahasa manajemen", dalam banyak situasi bahasa Inggris tidak akan menjadi bahasa pertama dari semua tim manajemen dan sangat tidak mungkin menjadi bahasa pertama semua staf pengawas/operator. Seorang pengawas tambang di afrika menyatakan bahwa:

"75 persen kecelakaan di bagian unit kerjanya dianggap berasal dari kegagalan mengikuti SI"

Mungkin mengingat komentar ini berasal dari seorang pengawas, ini bukan kejutan besar. Namun, penting untuk tidak membiarkan kesulitan ini menjadi alasan, mereka cukup sederhana, keadaan sebenarnya yang ada dan ketentuan keselamatan harus diperhitungkannya.

Masalah lainnya terkait komunikasi dan pemahaman informasi dalam pekerjaan yang berbahaya. Dimana diketahui, mayoritas angkatan kerja pertambangan di afrika buta huruf dan tak terhitung jumlahnya. Mereka berbicara dalam berbagai bahasa yang berbeda, beberapa di samping bahasa resmi Afrikaans dan bahasa Inggris sebelumnya.

Industri pertambangan berusaha mengatasi masalah komunikasi dengan menggunakan bahasa pertambangan *lingua franca* yang disebut *Fanagalo*. Komisi menganggap ini sangat tidak memuaskan, karena bahasanya memiliki kosakata yang sangat terbatas dan tidak mampu menyampaikan makna yang halus. Meskipun mungkin memuaskan untuk memberikan perintah sederhana, cukup tidak memadai untuk menyampaikan sifat dan tingkat bahaya yang mengintai di bawah permukaan. Sehingga banyak sektor pertambangan dan tambang individu telah memperkenalkan pelatihan keaksaraan dan numerasi (tidak hanya di

Afrika Selatan) dan inovasi dalam penggunaan bahan visual yang sangat baik.

Faktanya harus tetap diingat bahwa, kebanyakan kode keselamatan, peraturan, dan prosedur akan ditulis, contoh pertama dalam bahasa Inggris dan kecuali jika mereka mematuhi prinsip-prinsip yang diuraikan di atas pada usaha apapun, tidak peduli seberapa inovatifnya untuk menerjemahkannya ke dalam bahasa atau pergerakan lokal. Untuk sarana visual yang lebih visual, kemungkinan besar akan gagal.

E. Training dan Kompetensi

Pelatihan tanpa diragukan lagi merupakan ukuran kontrol atas kesehatan dan keselamatan yang paling umum digunakan di industri pada umumnya. Meskipun demikian, hal ini bisa menjadi salah satu yang terlemah karena seiring berkembangnya teknologi yang digunakan di pertambangan. Namun, latihan dan peningkatan kompetensi terus berlanjut dan banyak wilayah pertambangan tradisional membawa pekerja mereka yang lebih bervariasi ke seluruh dunia, dikarenakan pelatihan akan terus menjadi elemen penting dalam penjaminan keselamatan umumnya dan juga pendekatan terhadap meminimalkan kesalahan manusia. Berikut gambaran kasus terkait faktor kesalahan manusia dari segi *training* dan kompetensi.

1. Terdapat bukti bahwa pelatihan yang terlalu sering di industri tidak selalu sebaik yang diyakini, seperti

Pada tanggal 7 Agustus 1994 sebuah ledakan bawah tanah terjadi di tambang Moura No. 2 di Queensland yang menewaskan 11 orang. Di antara banyak komentar dalam laporan penyelidikan resmi (Windridge et al, 1995) dalam (Geoff Simpson, Horberry, 2009), jelas dari bukti bahwa banyak personil di tambang Moura No. 2 dari pengawas bawah tidak cukup terlatih dalam aspek penting dari tugas mereka. Padahal beberapa inisiatif pelatihan telah dilakukan akhir-akhir ini,

namun secara keseluruhan tingkat pelatihan tampaknya tidak memadai untuk membuat pekerja tetap *up to date*.

Seperti yang ditunjukkan berulang kali dalam bukti yang tidak boleh dianggap enteng yakni, bahwa sertifikat kompetensi merupakan hal yang penting. Orang yang memilikinya harus mempertahankannya bila perlu mengembangkannya lagi. Oleh karena itu, disarankan agar prosedur pemberian sertifikat perundang-undangan untuk penambangan batu bara bawah tanah dan kondisi pemberiannya, ditinjau ulang. Secara khusus, direkomendasikan agar sertifikat tidak diberikan seumur hidup dan bahwa sistem perlu dikembangkan dan diberlakukan sesegera mungkin yang mengharuskan pemegang sertifikat untuk menunjukkan kesesuaiannya dengan mempertahankan sertifikat kompetensi secara reguler, di interval tidak kurang dari tiga dan tidak lebih dari lima tahun.

2. Studi simpson *et al* (1996) dalam (Geoff Simpson, Horberry, 2009) pengemudi di tambang sering terlihat terlalu dekat dengan kereta di depannya yang mampu menyebabkan bahaya berupa tabrakan. Selain itu, terlihat lokomotif tampak melaju terlalu cepat meski tidak ada tanda batas kecepatan yang terlihat untuk mengonfirmasi hal ini. Pemeriksaan modul pelatihan pengemudi/penjaga dan standar tambang membuktikan bahwa tidak ada jarak penjarahan atau batas kecepatan yang aman ditentukan dalam pelatihan atau standar.
3. Penggunaan alat pemadam kebakaran dalam pelatihan induksi di tambang dan "panduan saku" yang dikeluarkan untuk semua staf sebagai bantuan pekerjaan untuk keselamatan, informasi yang diberikan berkaitan dengan bagaimana menggunakan alat pemadam tipe tekanan yang tersimpan sementara di semua alat pemadam kebakaran. Di tambang tersebut mengoperasikan alat pemadam kartrid, metode yang diperlukan untuk mengoperasikan alat pemadam kartrid sangat berbeda dari

jenis tekanan yang tersimpan dan jika prosedur untuk yang terakhir digunakan dengan yang pertama, alat pemadam tidak akan bekerja. Ini adalah contoh yang jelas tentang penyediaan pelatihan yang tidak sesuai dengan keadaan sebenarnya di tambang. Akibatnya, ini memberikan pelatihan yang diberikan (tidak peduli seberapa bagus) secara efektif tidak berguna.

4. Sebuah proyek British Coal/European Coal and Steel Community yang didanai Rushworth dkk, tahun 1986 mengenai ergonomi kerja aman di bunker, sebuah pemeriksaan awal terhadap sepuluh korban tewas di Inggris pada operasi bunker batubara mengidentifikasi bahwa dari sepuluh orang yang terbunuh. Sembilan disebabkan karena tidak menggunakan baju keselamatan pada saat kecelakaan terjadi dan pekerja yang kesepuluh diketahui tidak menggunakan alat pelindung diri yang sesuai. Kecenderungan yang terlihat jelas bahwa terdapat pengabaian penggunaan peraturan keselamatan dan ketentuan pelatihan yang berlaku di masing-masing tambang pada saat kecelakaan terjadi.

Hal ini menimbulkan pertanyaan bahwa tidak semua kasus ini karena kebetulan. Ketika tim proyek mulai mengajukan pertanyaan mengapa ada keengganan untuk memakai APD sejumlah masalah mendasar muncul:

- a. Banyak pengaman keselamatan sangat tidak nyaman dipakai dan beberapa tidak memiliki penyesuaian yang memadai untuk postur tubuh yang lebih besar atau lebih kecil.
- b. Sejumlah gerakan pembatasan cukup signifikan, ternyata cukup untuk menghambat pekerjaan yang harus dilakukan dan beberapa di antaranya cukup sulit untuk mengetahui bagaimana tepatnya cara menggunakannya.
- c. *Bunker tops* dan *access points* sering membuat penggunaan memanfaatkan gangguan yang nyata seringkali tanpa tujuan

yang dirancang berarti bahwa jalur pengaman secara efektif tidak relevan meskipun digunakan.

- d. Pengamatan terhadap pria yang bekerja di bunker membuka beberapa perilaku yang agak aneh yakni, dua pria yang bekerja di jalur yang sama terlihat satu atasan mengenakan baju keselamatannya secara terbalik (dengan lengannya melewati lubang kaki dan kakinya melalui lubang lengan) hal ini dikatakan sebagai hal nyaman bagi pekerja tersebut.

Beberapa poin ini secara jelas mengidentifikasi masih kurangnya pelatihan sehubungan dengan perilaku aman, penggunaan alat, dan pertimbangan bahaya dan persepsi risiko yang serius dalam bekerja. Olehnya perbaikan atas faktor predisposisi *training* dan kompetensi yakni, harus mempertimbangkan enam hal penting jika pelatihan dianggap sebagai suatu cara efektif terkait tindakan pengendalian risiko keselamatan dan untuk meningkatkan efektivitas pelatihan yang diberikan:

- a. Terlalu sering pelatihan dilihat sebagai kegiatan yang mampu memperlengkapi peserta pelatihan dengan informasi yang memadai untuk memastikan perilaku yang aman selamanya; *ini tidak akan terjadi*.
- b. Pelatihan sering dilihat sebagai tujuan akhir dimana hampir seolah-olah fakta absensi cukup memadai untuk memastikan hasil yang diinginkan dari pelatihan dan tingkat kompetensi yang dibutuhkan pada isu-isu yang dibahas.
- c. Kompetensi hampir selalu diuji dalam beberapa cara pada akhir pelatihan keterampilan, namun kompetensi ini tetap merupakan penyertaan yang relatif langka dalam pelatihan yang berfokus pada keselamatan.
- d. Pelatihan harus memperhitungkan cara sebenarnya agar pekerjaan benar-benar dilakukan (khususnya, kondisi aktual di mana hal tersebut dilakukan), dan bukan fokus eksklusif pada cara "hal itu harus dilakukan".

- e. Pelatihan harus difokuskan pada informasi dari penilaian risiko dan analisis kebutuhan pelatihan yang harus memperhatikan semua aspek penilaian risiko.
- f. Tidak boleh diasumsikan bahwa apresiasi yang baik terhadap kesadaran bahaya dan persepsi risiko akan muncul dari keseluruhan informasi yang diberikan. Permasalahan ini perlu ditangani secara khusus, tanpa apresiasi yang baik atas bahaya dan risiko, hanya ada sedikit pembenaran untuk mengambil seluruh informasi yang diberikan secara serius.

Rushworth dkk pada tahun 1986 telah menggambarkan model yang baik bagaimana mengembangkan pelatihan yang lebih baik yang difokuskan secara khusus pada keselamatan, yakni mengidentifikasi yang terbaik dari perspektif ergonomi dan juga memberikan panduan mengenai desain jalur akses bunker (mencakup perbaikan retrofit potensial dan prinsip-prinsip perancangan baru).

Setelah membahas masalah *non-training*, proyek beralih ke peningkatan pelatihan. Kuesioner dikembangkan untuk menilai secara lebih sistematis, keterbatasan dalam kesadaran bahaya dan persepsi risiko. Ini digunakan untuk memberikan proposal untuk perubahan pada program pelatihan dan dimodifikasi yang bertindak sebagai penilaian sebelum dan sesudah penilaian tingkat pendidikan selama pelatihan.

Perhatian terhadap manajemen keselamatan dan kesehatan kontraktor adalah sedemikian rupa baik sehingga *Western Australian Chamber of Minerals and Energy* membuat ringkasan yang bagus tentang apa yang perlu ditangani sepanjang siklus hidup kontraktor (Chamber of Minerals and Energy, 1997). Bidang topik yang dibahas adalah sebagai berikut:

- a. Hubungan kontraktor / prinsip;
- b. Model manajemen kontrak - tahap pemilihan kontraktor;
- c. Model manajemen kontrak - tahap pasca penghargaan;
- d. Model manajemen kontrak - tahap penyelesaian pasca kontrak.

Ini juga menyediakan serangkaian *memorizing* ajudan untuk digunakan selama proses meliputi:

- a. Kualifikasi pra-forma pra-tender;
- b. Daftar periksa sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja;
- c. Persyaratan minimum untuk daftar periksa kecil atau sub-kontraktor.

Berikut adalah garis besar yang memungkinkan tinjauan sistematis terhadap penyediaan pelatihan saat ini untuk tugas/pekerjaan penting pada keselamatan.

- a. Tinjaulah potensi kesalahan manusia dengan observasi dan periksa penilaian risiko yang relevan dan kecelakaan/nyaris tidak diketahui.
- b. Tentukan kebutuhan pelatihan dari poin a di atas (termasuk kebutuhan informasi mengenai persepsi risiko dan kesadaran bahaya).
- c. Tinjau isi ketentuan pelatihan saat ini berdasarkan informasi dari poin b di atas.
- d. Buat analisis kesenjangan antara kebutuhan pelatihan (seperti yang didefinisikan dalam poin b) dan konten saat ini (seperti yang didefinisikan dalam poin c).
- e. Siapkan isi tentunya untuk menutupi GAP analysis.
- f. Periksa cara presentasi alternatif (diberikan pertimbangan bahasa, keaksaraan dll.).
- g. Memasukkan materi baru dengan bekal pelatihan yang ada untuk membentuk kursus baru.
- h. *Pilot new course* tentang pemilihan target *audiens* dan dapatkan umpan balik “*warts* dan semua”.
- i. Revisi materi kursus baru dalam poin h.
- j. Identifikasi cakupan dan format penilaian kompetensi yang sesuai (ambil pemicu dari poin b dan i).
- k. Uji coba penilaian kursus baru dan kompetensi (dan perbaiki jika perlu).

- l. Terapkan kursus baru.
- m. Tinjau ulang setelah periode yang sesuai (tergantung pada *throughput* tapi tidak lebih dari 12 bulan).
- n. Buat tinjauan informasi kecelakaan mulai dari poin m yang relevan selama periode tersebut.
- o. Amati pengoperasian untuk potensi kesalahan manusia (yang berlaku kembali menciptakan pengamatan yang dilakukan pada poin a di atas) dan susunlah dengan informasi dari poin l, m, dan n.
- p. Merevisi isi / metode presentasi dengan informasi dari poin l, m, n dan o.
- q. Tentukan interval pelatihan penyegaran m dan n.
- r. Mengadopsi pelatihan sebagai standar dan menentukan perubahan apa pada tugas / pekerjaan kemungkinan akan memerlukan tinjauan terhadap pelatihan yang diberikan.

Mencoba bekerja melalui pendekatan rinci untuk pekerjaan manajemen yang mencakup berbagai kemungkinan pengaruh potensial pada kesalahan dan berbagai situasi di mana kesalahan dapat diperkenalkan dan sedikitnya akan menjadi hal yang menakutkan. Namun, poin kritis yang dibuat dalam penyelidikan Tambang Moura No. 2 (Windridge et al., 1995) dalam (Geoff Simpson, Horberry, 2009) mengenai bahaya mengasumsikan bahwa pengetahuan yang diperoleh pada awal karier akan berakhir dan tidak boleh diabaikan. Ada kebutuhan yang jelas untuk menggabungkan beberapa bentuk program pengembangan profesional berkelanjutan yang sistematis dan terus-menerus untuk para manajer, terlepas dari kompetensi yang mereka anggap.

F. Tugas dan Tanggung Jawab Manajemen *Super Line/First Line*

Pengawas dan manajer lini pertama merupakan bagian yang berperan penting dengan bidang keselamatan di tambang karena

mereka biasanya menjadi penghubung antara mereka yang menetapkan peraturan dan penggunaanya.

Menurut green (2008) dalam (Geoff Simpson, Horberry, 2009) terdapat gaya kepemimpinan yang berbeda:

- a. Otokratis: kontrol penuh oleh pemimpin;
- b. Laissez-faire: Pemimpin tetap benar-benar pasif dan memungkinkan kebebasan total operator lainnya dalam pengambilan keputusan;
- c. Berpusat pada diri sendiri: semua orang bekerja sendiri, menggunakan rencana mereka sendiri, dengan fokus perhatian mereka sendiri dan dengan sedikit komunikasi tentang apa yang mereka lakukan;
- b. Demokrat: Pemimpin demokratis akan berkonsultasi dengan orang lain, meminta pendapat mereka sebelum keputusan penting.

Namun, yang terpenting adalah gaya kepemimpinan mana pun yang terbaik tergantung pada situasinya. Selalu penting agar tim bekerja sama menciptakan sinergi, saling mendukung melalui komunikasi dan berbagi informasi. Pemimpin yang baik sering memiliki kemampuan untuk mengubah gaya kepemimpinan sesuai situasi.

Selain itu, jika peran pengawas dan manajer lini pertama sangat dikapitalisasi dalam konteks kesehatan dan keselamatan, mereka perlu:

- a. Untuk mengetahui bahwa mereka memiliki tanggung jawab keselamatan dan apa sebenarnya tanggung jawab tersebut;
- b. Pengetahuan dan pengalaman untuk memenuhi tanggung jawab tersebut; dan
- c. Waktu untuk memenuhi tanggung jawab keselamatan mereka (dan juga tanggung jawab mereka yang lain).

Sayangnya, persyaratan minimal ini pun terkadang tidak untuk memenuhi peran keselamatan mereka dan tanggung jawab di tempat kerja seperti contoh di bawah ini.

1. Talbot dkk. (1996) dalam (Geoff Simpson, Horberry, 2009) mencari tahu alasan mengapa standar keselamatan kerja pada tambang yang disusun tidak dipatuhi. Studi ini mencakup empat tambang (dua emas, satu batubara dan satu platinum) dan didasarkan pada serangkaian lima kuesioner yang dihadirkan pada sampel staf manajemen, pengawas dan tenaga kerja ditambah dengan diskusi dan observasi. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:
 - 1) Lebih dari dua pertiga manajer dan supervisor tidak merasa bahwa mereka dapat mempercayai staf mereka untuk bekerja dengan aman.
 - 2) Lebih dari seperempat pengawas mengakui bahwa mereka mungkin "memberi kesan" bahwa mereka mengharapkan pekerja melanggar peraturan dan prosedur keselamatan.
 - 3) Lebih dari 75% manajer dan hampir 70% pengawas mengakui bahwa mereka melihat orang lain mengambil risiko yang tidak mau mereka tanggung sendiri.
 - 4) Hampir 60% manajer dan hampir 50% pengawas mengakui bahwa kondisi kerja yang buruk membuat kepatuhan terhadap peraturan dan prosedur standar menjadi sulit.
 - 5) Meskipun sebagian besar manajer dan supervisor di tambang menganggap bahwa pelatihan keselamatan yang diberikan itu baik, hampir 40% dari mereka merasa bahwa banyak pria tidak sepenuhnya memahami pelatihan yang diberikan.
 - 6) Baik pengawas maupun manajer menerima bahwa peraturan dan prosedur harus dipecahkan sebagai akibat kegagalan dalam dukungan logistik (alat, bahan, atau tenaga kerja yang tidak memadai untuk pekerjaan yang harus dilakukan sesuai peraturan).

- 7) Kedua kelompok menganggap bahwa ada peraturan yang terlalu perskriptif dan lainnya dimana mereka tidak tahu mengapa mereka diperkenalkan.
 - 8) Kedua kelompok mengakui ketidakkonsistenan dalam hal respon terhadap pelanggaran peraturan mulai dari tindakan disipliner hingga (paling umum) tidak ada tindakan.
2. Sejumlah besar perbaikan kendaraan (dan kecelakaan potensial) dapat ditangani lebih awal jika pemeriksaan dilakukan dengan benar dan rutin pada pra-shift. Dimana prosesnya mengharuskan pengemudi untuk melengkapi daftar periksa dan melengkapi data terkait, kemudian disimpan di kotak informasi sebagai bagian dari persiapan tindak lanjut atas perbaikan yang berada di sekitar tambang. Atas situasi tersebut, pengawas kemudian mengumpulkan pekerja ketika selesai dalam tugasnya untuk diperiksa dan diambil keputusan apakah tindakan (terutama tindakan pre-emptive) perlu dilakukan. Secara umum, mereka merasakan pengemudi tidak secara rutin melakukan pemeriksaan pra-shift dan hanya menyelesaikan sebahagian yang telah mereka lakukan. Atas kondisi tersebut menunjukkan bahwa walaupun ada beberapa bukti untuk mendukung masalah tersebut, masalah utamanya adalah daftar periksa pra-shift tidak dikumpulkan secara rutin oleh pengawas. Simpson et al., (1996) dalam (Geoff Simpson, Horberry, 2009).
 3. Dalam sebuah studi ECSC / BCC oleh mason *et al* pada tahun 1995 dalam publikasi Geoff Simpson, Horberry (2009) memeriksa sikap pengawasan terhadap keselamatan, dua hal yang sangat relevan muncul sehubungan dengan persepsi deputi tentang peran mereka sebagai staf manajemen garis depan yang bertanggung jawab atas inspeksi keselamatan, yakni:
 - a) Deputi menganggap bahwa peran mereka terutama berkaitan dengan identifikasi dan pelaporan kondisi yang

tidak aman dan perilaku yang tidak aman diabaikan. Beberapa responden menyatakan bahwa peran mereka dibatasi atas pelaporan kondisi yang tidak aman.

- b) Deputy distrik sering memiliki tanggung jawab (setidaknya tersirat) untuk mengawasi keselamatan semua staf di wilayah mereka. Ini termasuk tukang listrik meskipun faktanya beberapa deputy memiliki pelatihan listrik atau dasar untuk menilai keselamatan listrik di luar pengetahuan dalam negeri sehari-hari.

Berbagai contoh lain terkait kesalahan manusia atas tugas dan tanggung jawab manajemen *super line/ first line* banyak lagi di lingkungan pertambangan, namun sedikit banyaknya segala kesalahan tetap harus diselesaikan. Menurut (Geoff Simpson, Horberry, 2009), terdapat empat pertimbangan penting jika potensi kesalahan manusia oleh atasan dan manajer lini pertama harus dikurangi yakni sebagai berikut;

- a. Kejelasan peran, tanggung jawab dan wewenang

Definisi peran, tanggung jawab, dan tingkat kewenangan yang sama, jelas, tegas, pasti akan mengurangi masalah. Secara khusus, masalah berikut harus dipertimbangkan:

- 1) Apakah ada peran dan tanggung jawab yang ditentukan dalam peraturan pertambangan lokal? Jika demikian, apakah mereka mencakup semua masalah yang relevan? Misalnya, peraturan pertambangan lokal mungkin menyatakan bahwa pemegang peran tertentu memiliki tanggung jawab untuk melakukan inspeksi keselamatan namun mereka mungkin tidak menentukan secara terperinci apa yang harus ditutupi oleh inspeksi, atau masalah yang didefinisikan dapat menghilangkan beberapa hal yang menurut organisasi harus disertakan juga dalam rutinitas inspeksi. Selain itu, mungkin karena peraturan daerah sementara memerlukan pemeriksaan rutin terhadap kondisi tertentu dan lain-lain, mereka mungkin tidak menentukan secara terperinci tindakan apa yang harus

dilakukan jika terjadi masalah yang diidentifikasi. Persyaratan peraturan lokal tersebut dapat digunakan sebagai persyaratan minimum awal yang ditetapkan dalam proses pemetaan peran keselamatan, tanggung jawab, dll. Pada seluruh organisasi.

- 2) Jika tidak ada persyaratan peraturan daerah, apakah ada upaya untuk menentukan peran, tanggung jawab, dan wewenang keselamatan di berbagai tingkat pengawasan dan manajemen di dalam organisasi? terkadang, apa yang sebenarnya terjadi adalah penerimaan kebiasaan dan kebiasaan tak tertulis.
- 3) Menggunakan persyaratan dari poin 1 di atas sebagai rangkaian minimal, dan informasi penilaian risiko yang ada, bersama dengan informasi dari peraturan dan prosedur keselamatan yang ada (misalnya, Izin Kerja, Petunjuk Keselamatan, dan Prosedur Standar dll.) Membuat daftar keadaan kritis, kondisi dan aktivitas yang membutuhkan pemantauan aktif.
- 4) Poin 3 mengidentifikasi dalam setiap kasus peran mana yang terbaik untuk ditempatkan memantau setiap situasi dan peran mana yang memiliki pengetahuan dan pengalaman yang dibutuhkan untuk memberi wewenang tindakan pada masalah yang muncul.
- 5) Poin 4 jaring komunikasi dapat dikembangkan untuk menghubungkan potensi bahaya dengan peran pemantauan yang ditetapkan dan kemudian ke peran tindakan yang telah ditetapkan.
- 6) Poin 5 mendefinisikan tindakan yang dibutuhkan oleh peran pemantauan dan tindakan.
- 7) Poin 6 memeriksa apakah ada bahaya yang memerlukan pemantauan yang dapat dipertimbangkan secara masuk akal dan praktis sehingga dapat dikelompokkan menjadi rangkaian tanggung jawab yang berarti.
- 8) Periksa kelayakan tanggung jawab individu (dan/atau kelompok) terhadap tanggung jawab lain yang ditempatkan pada peran itu.

g) Pastikan batas-batas antara tanggung jawab didefinisikan dengan baik dan benar-benar jelas terutama di mana lebih dari satu peran mungkin terlibat dalam aspek pemantauan potensi bahaya yang sama.

b. Pelatihan yang memadai

Pelatihan, terutama yang berkaitan dengan tanggung jawab keselamatan sangat penting. Proses yang diuraikan Bagian a di atas memberikan gambaran yang sehat dan sistematis untuk menentukan analisis kebutuhan pelatihan (keselamatan) untuk semua peran manajemen pengawasan lini pertama yang mengalokasikan tanggung jawab keselamatan.

Pentingnya peran pengawasan dan tindakan manajemen pengawasan lini pertama terkait keselamatan sangatlah berarti sehingga pelatihan yang diberikan harus bersifat formal (pelatihan yang spesifik), atau sebisa mungkin berulang dalam arti memperbaharui atau meningkatkan menjadi lebih baik lagi.

Salah satu isu penting mengenai efektivitas supervisor dan manajer lini pertama adalah kebutuhan atas keterampilan baru. Analisis kebutuhan pelatihan yang sistematis diikuti dengan pelatihan yang sesuai pasti akan membantu mengembangkan kepercayaan individu terhadap kemampuan mereka untuk memberikan peran, terutama jika mereka yang berada di atas dan di bawah dalam organisasi telah menerima pelatihan yang secara jelas dapat menentukan peran, tanggung jawab dan pihak berwenang terkait dengan kegiatan pemantauan keselamatan.

c. Mendukung

Supervisor dan manajer lini pertama telah menetapkan tanggung jawab untuk memantau keselamatan kondisi dan/ atau aktivitas, misalnya pengukuran metana, izin masuk kerja dll. Penting dalam hal ini tanggung jawab kegiatan disampaikan secara aktif dan didukung secara sistematis oleh staf senior di tambang.

Tanpa dukungan, pekerja bersangkutan menjadi berkecil hati, standar mereka dianggap biasa dan angkatan kerja lainnya terbiasa lolos dalam pemantauan atau pengawasan. Hal ini tidak hanya mengurangi kredibilitas supervisor/ manajer lini pertama, tetapi juga manajemen secara keseluruhan.

Masalah umum yang terkait dengan kurangnya dukungan aktif dalam tanggung jawab keselamatan supervisor/manajer lini pertama meliputi:

- 1) *Dukungan logistik* - masalah tenaga kerja dan /atau peralatan yang tidak mencukupi untuk memungkinkan kondisi buruk ditangani atau dilakukan dengan cara yang telah ditentukan;
- 2) *Kegagalan untuk bertindak berdasarkan informasi yang diberikan* - sementara mungkin ada alasan bagus untuk hal ini (seperti pandangan yang berbeda tentang urgensi isu tertentu) harus selalu ada tanggapan untuk memungkinkan supervisor/manajer lini pertama menyampaikan alasan mengapa tindakan tidak diambil; dan
- 3) *Gagal memberikan informasi pendukung* - informasi yang tidak memadai saat prosedur dll diubah atau diperbaharui; informasi yang tidak memadai telah disediakan "kotak saran", "*briefing* keselamatan", dll.

d. Pemantauan aktif

Penting agar tanggung jawab supervisor dan manajemen lini pertama atas keselamatan dipantau secara aktif untuk memastikan bahwa standar yang dipersyaratkan tidak melenceng. Hal ini dapat dicapai melalui proses audit formal dimana pekerjaan diperhatikan, izin diperiksa, dll atau dengan cara yang tidak formal seperti mengawasi anggota staf yang dilaporkan oleh supervisor / manajer lini pertama. Terdapat 2 masalah penting terkait pemantauan kinerja pada penyampaian tanggung jawab keselamatan, yakni:

- 1) Tidak adanya pemeriksaan kepatuhan untuk mengidentifikasi apa yang ada di balik masalah karena mungkin ada alasan

tertentu di luar kendali atasan / manajer lini pertama dan staf mereka yang sebenarnya menciptakan kesulitan.

- 2) Tujuan latihan selalu ada hanya untuk meningkatkan keamanan. Ini akan mengarah pada tindakan yang diambil terhadap atasan/ manajer lini pertama jika mereka jelas merupakan akar penyebab masalah.

Salah satu bentuk pemantauan kinerja yang signifikan bagi supervisor/ manajer lini pertama yang harus dipertimbangkan secara serius (jika belum ada) adalah pemberian bimbingan/ pembinaan selama bulan-bulan di awal pekerjaan atau tugas, dikarenakan mungkin hal ini sebagai bagian dari masa percobaan formal.

G. Sistem Manajemen Keselamatan/Organisasi dan Budaya Keselamatan

Kegagalan dalam Sistem Manajemen Keselamatan, Organisasi Manajemen Keselamatan atau budaya keselamatan (atau ketiganya) dikaitkan dengan semua contoh yang dijabarkan pada poin B-F dikarenakan sistem tersebut dimaksudkan untuk mengumpulkan semua tindakan yang diperlukan untuk mengendalikan risiko dan memastikan keamanan dan yang harus menetapkan nada untuk budaya keselamatan.

Meskipun Sistem Manajemen Keselamatan dan budaya keselamatan terhubung secara intrinsik, keduanya ditangani secara terpisah di bawah hanya untuk kepentingan kejelasan. Poin ini membahas mengenai pengenalan singkat tentang konsep "kematangan organisasional" dan "organisasi dengan keandalan tinggi". Konsep ini menunjukkan bagaimana perusahaan terpilih di ranah lain telah membahas masalah serupa.

1. Sistem / Organisasi Manajemen Keselamatan

Unsur Sistem Manajemen Keselamatan yang efektif telah banyak dilakukan dan didokumentasikan dalam standar internasional (seperti AS/ NZ 4801, BS8800, ISO 14001, OHSAS 18001, dll.) dan diringkas dalam dokumen seperti HS (G) 65 (HSE, 1997) jadi

ada sedikit manfaat dalam mengulangi persyaratan tingkat tinggi di sini.

Namun, perlu ditekankan kembali tiga poin penting:

- a. Meskipun telah menjadi klise kesehatan dan keamanan, pentingnya kepemimpinan yang berkomitmen dan terus-menerus terkait kesehatan dan keselamatan tidak dapat di bawah perkiraan. Kecuali ada keunggulan yang jelas dan terawat dari semua keuntungan yang timbul dari inisiatif baru akan berlangsung singkat. Selain itu, hanya dari tingkat yang paling tinggi dari sebuah organisasi yang komitmen terhadap inisiatif keselamatan dapat diperoleh dan, walaupun banyak perbaikan dapat dilakukan dengan biaya sedikit, beberapa pengeluaran tidak dapat dihindarkan. Kecuali pengakuan akan pentingnya keselamatan dan kemauan untuk berinvestasi dalam keselamatan hadir dengan tindakan serta kata-kata, akar penyebabnya akan tetap ada dan sumber kesalahan potensial terus menimbulkan predisposisi kecelakaan.
- b. Manajemen Keselamatan (termasuk pengelolaan potensi kesalahan manusia) harus aktif agar efektif. Tidak masalah seberapa baik dan menyeluruhnya Sistem Manajemen Keselamatan tertulis, kecuali jika diterjemahkan ke dalam bukti nyata harian, sama sekali tidak berharga.
- c. Sistem Manajemen Keselamatan harus mencakup organisasi, infrastruktur, dalam operasi yang menyediakan mekanisme dimana persyaratan sistem dapat/ disampaikan. Sistem Manajemen Keselamatan bukan hanya kumpulan kode, peraturan, prosedur, izin kerja, praktik kerja yang aman, dll. Sistem Manajemen Keselamatan, seperti semua sistem bisnis lainnya di dalam perusahaan, tidak dapat berfungsi tanpa definisi yang jelas mengenai siapa yang memegang tanggung jawab apa, apa kewenangan mereka dan apa garis pelaporannya? Tanpa ini, asumsi akan dibuat dan kesalahan

muncul dengan potensi untuk menciptakan kecelakaan dan bencana.

Akhirnya, garis besar elemen penting pengelolaan keselamatan yang efektif harus komperhensif, serta mencakup elemen yang jelas seperti tanggung jawab, kode, peraturan dan prosedur yang ditetapkan, pelatihan, dan lain-lain, hal itu harus mencakup aspek-aspek operasi umum yang dapat (bahkan secara tidak langsung) mempengaruhi keamanan. Sistem Manajemen Keselamatan yang komperhensif setidaknya harus memiliki pengaruh yang potensial.

Peran spesialis keselamatan di industri umumnya telah berubah dalam beberapa dekade terakhir, paling tidak karena selama bertahun-tahun hal itu tidak dipandang sebagai peran profesional independen dalam beberapa hal, perubahan ini telah (dibenarkan) lebih lambat di sektor pertambangan daripada di sektor industri lainnya, sementara penekanannya pada bahaya pertambangan yang unik, masuk akal bahwa "spesialis" keselamatan akan "muncul" dari disiplin/pelatihan teknik pertambangan tradisional. Seperti Joy (1996) menyatakan:

Dulu sudah biasa bagi profesional keselamatan untuk mengembangkan peran lain di tambang seperti produksi atau perawatan. Orang tersebut sering memiliki ketertarikan yang tulus terhadap keselamatan yang mungkin dikembangkan oleh tambang melalui kursus pelatihan singkat. Dia sudah terbiasa dengan peraturan tersebut sebagai bagian dari peran sebelumnya sehingga beberapa landasan di OH & S ditambah keahlian operasionalnya sering terlihat sebagai tiket menuju manajemen keselamatan yang efektif. Joy (1996) dalam (Geoff Simpson, Horberry, 2009) turut menyatakan enam perubahan yang dia yakini penting dan mulai muncul terkait profesional keselamatan.

- a. Peralihan dari manajer keselamatan ke pelatih keselamatan: kiranya peran spesialis keselamatan berada di garis depan dalam tur yang memantau standar dan melakukan tindakan perbaikan langsung, berperan sebagai pembina yang

- melibatkan manajer pendukung, memberi mereka informasi, menyarankan solusi, memfasilitasi tindakan, mengkoordinasikan dan memantau pelaksanaannya.
- b. Peralihan dari menanggapi peraturan preskriptif untuk mendukung peraturan yang memungkinkan: mengikuti perubahan yang telah terjadi di banyak sistem peraturan nasional di mana penekanan telah berubah dari membuktikan kepatuhan terhadap persyaratan terperinci dan spesifik untuk membuktikan bahwa Anda memiliki sistem untuk mengelola keselamatan di seluruh spektrum risiko.
 - c. Pergeseran dari pengenalan manajemen risiko dengan menjadi pakar manajemen risiko: ini mencerminkan perlunya perspektif yang lebih luas yang mempertimbangkan praktik terbaik tidak hanya di tempat lain di pertambangan tetapi juga berada dalam posisi untuk memanfaatkan praktik terbaik dari konteks industri lainnya.
 - d. Pergeseran dari menjadi ahli dalam operasi penambangan untuk terbiasa dengan operasi penambangan: ini mencerminkan perubahan fokus yang terlihat pada, misalnya, makalah Buchanan (2000) dan Simpson dan Widdas (1992) dimana intinya dibuat bahwa lebih banyak keahlian dibutuhkan di industri untuk masalah keselamatan yang tidak terkait dengan bahaya penambangan unik tradisional.
 - e. Peralihan dari komunikator internal ke komunikator eksternal
 - f. Peralihan dari keterampilan administratif ke keterampilan manajemen: ini mencerminkan kepindahan dari sebagian besar waktu spesialis keselamatan yang dihabiskan untuk menyimpan catatan, mengisi formulir dan umumnya mengelola informasi keselamatan sesuai keterampilan manajemen yang diperlukan untuk memfasilitasi dan mengkoordinasikan inisiatif keselamatan di seluruh departemen operasional dan dalam konteks proses bisnis yang lebih luas.

Secara kolektif keenam perubahan ini mencerminkan persepsi kebutuhan akan perubahan dalam peran dan fokus keselamatan profesional dalam industri. Perubahan yang signifikan tidak terlepas dari tanggung jawab pelatih atas kinerja di lapangan.

Integrasi peran pembinaan dengan hasil sangat penting dan menekankan perbedaan penting dari peran penasihat keselamatan yang telah lazim di banyak industri termasuk pertambangan beberapa tahun terakhir. Fungsi utama tanggung jawab disini adalah tidak hanya memiliki sedikit keterlibatan langsung dalam tindakan nyata tetapi juga memiliki sedikit pertanggungjawaban.

Perbedaan menarik lainnya yang sangat penting untuk mengukur keefektifan kinerja / fungsi keselamatan dalam sebuah organisasi yakni, atas dasar apa dilakukan misalnya, penilaian kinerja tahunan dari penasihat keselamatan? Langkah-langkah keberhasilan apa (atau sebaliknya) dapat diletakkan di tempat yang dapat digunakan untuk menunjukkan nilai kontribusi penasihat? Dalam konteks yang berbeda namun serupa, pegawai negeri cenderung memiliki karier yang jauh lebih stabil daripada menteri pemerintah yang mereka sarankan.

Namun, mengingat kontribusi dan kinerja pelatih keselamatan, isu yang jauh lebih tidak berbelit-belit. Misalnya, pelatih keselamatan dan manajer operasional dapat dianggap bertanggung jawab bersama untuk menyampaikan, terus-menerus memperbaiki standar keselamatan karena, tidak seperti kombinasi manajer/penasihat, kombinasi manajer/ pelatih saling bergantung satu sama lain.

Oleh karena itu, tidak diragukan lagi bahwa perubahan yang dianjurkan oleh Joy tidak hanya mencerminkan pengaruh eksternal dan perubahan yang terus berlanjut dalam fokus keselamatan di dalam pertambangan tetapi juga akan menghasilkan fungsi / operasi manajemen keselamatan yang lebih baik, lebih bermakna dan lebih terintegrasi.

Donoghue (2001) dalam Geoff Simpson, Horberry (2009) menyarankan agar manajemen bertanggung jawab atas insiden

cedera (atau sakit-sakitan) kepada staf mereka dengan menggunakan apa yang sebenarnya merupakan penilaian risiko retrospektif. Prinsip yang terlibat adalah bahwa jika penilaian risiko retrospektif menunjukkan kontrol yang tidak memadai, ini harus tercermin dalam penilaian kinerja tahunan manajer. Apa yang diusulkan bahwa matriks risiko dirancang untuk operasi di mana kesepakatan disepakati sehingga pihak manajemen terkait dapat dianggap bertanggung jawab atas risiko yang tidak memadai dan "sanksi" sedangkan di bawah tingkat tersebut, tidak ada hukuman yang diundangkan.

Meskipun pendekatan semacam itu memiliki daya tarik dan memperkuat kebutuhan untuk mempertimbangkan penilaian risiko sebagai bagian dari penyelidikan kecelakaan, akan penuh dengan kesulitan organisasi dalam hal keadilan alokasi tanggung jawab. Secara khusus, pendekatan semacam itu akan semakin menantang masalah hubungan antara profesional manajemen dan keselamatan kerja.

2. Budaya Keselamatan

Masalah yang timbul dari budaya keselamatan sangat berdampak di lingkungan kerja dimana semua ketentuan yang ada untuk mempromosikan keselamatan pastinya buruk. Sebuah kutipan yang sering dijadikan sebagai alternatif dari Komite Penasihat Komisi Kesehatan dan Keselamatan Inggris mengenai Keselamatan Instalasi Nuklir (ACSNI, 1993) dalam (Geoff Simpson, Horberry, 2009) mendefinisikan budaya keselamatan sebagai berikut:

The safety culture of an organisation is the product of individual and group values, attitudes, perceptions, competencies and patterns of behaviour that determine the commitment to, and the style and proficiency of, an organisation's health and safety management.

Organisations with a positive safety culture are characterised by communications founded on mutual trust, by shared perceptions

of the importance of safety and by confidence in the efficacy of preventative measures.

Sedangkan, spektrum scinciness, Konfederasi Industri Inggris (1990) dalam (Geoff Simpson, Horberry, 2009) menggambarkan budaya keselamatan sebagai berikut:

Put simply it is “the way we do things around here”

Meskipun hanya sedikit yang bekerja di bidang budaya keselamatan yang berpendapat dengan inti dari salah satu definisi di atas, sulit untuk menghindari pemikiran bahwa mereka menawarkan dengan cara meningkatkan pemahaman konsep. Guldenmund (2000) dalam Geoff Simpson, Horberry (2009) menyatakan konsep budaya keselamatan, menyimpulkan bahwa sebagian besar definisi ini tidak jelas.

Posisi ini semakin diperumit oleh penggunaan istilah iklim keselamatan sejajar dengan budaya keselamatan. Gadd dan Collins (2002) mengutip dari Flin dkk. (2000) dalam Geoff Simpson, Horberry (2009) menggambarkan iklim keselamatan sebagai *“the current surface features of safety culture which are discerned from employee’s attitudes and perceptions”*. Dalam hal ini budaya keselamatan dapat dilihat sebagai etos yang mendasari organisasi dan iklim keselamatan sebagai manifestasi budaya sehari-hari. Jika perbedaan ini diterima maka ia akan memperkenalkan manfaat tambahan.

Mulder (1998) menyediakan daftar penting dari suatu organisasi yang penting dalam menciptakan dan memelihara budaya keselamatan yang baik (penciptaan budaya tanpa menyalahkan). Adapun daftarnya yakni sebagai berikut:

- 1) Komitmen dan kepemimpinan yang tulus dan nyata dari atas;
- 2) Meningkatkan kinerja kesehatan dan keselamatan yang merupakan tujuan jangka panjang yang memerlukan usaha dan minat yang berkelanjutan;

- 3) Sebuah pernyataan kebijakan harapan tinggi yang menyampaikan rasa optimisme;
- 4) Kode praktik dan standar kesehatan dan keselamatan yang baik;
- 5) Kesehatan dan keselamatan harus diberikan sumber daya yang memadai;
- 6) Kesehatan dan keselamatan harus menjadi tanggung jawab manajemen lini;
- 7) Kepemilikan, keterlibatan, pelatihan dan komunikasi karyawan;
- 8) Penetapan target dan pengukuran kinerja yang dapat dicapai terhadap target tersebut;
- 9) Semua insiden atau penyimpangan, terlepas dari apakah cedera atau terjadi kerusakan, harus diselidiki, didokumentasikan, dan disebarluaskan secara menyeluruh;
- 10) Kepatuhan terhadap standar harus dipastikan melalui audit;
- 11) Perilaku kesehatan dan keselamatan kerja yang baik harus menjadi syarat kerja;
- 12) Semua kekurangan harus segera diatasi;
- 13) Manajer di semua tingkatan harus secara teratur menilai kinerja; dan
- 14) Faktor-faktor yang mempengaruhi perilaku manajer, supervisor dan karyawan harus dikelola dengan baik.

Tidak ada keraguan bahwa ini adalah isu sentral dan sama-sama tidak diragukan bahwa kesalahan manusia dikaitkan dengan sebuah kecelakaan, alokasi kesalahan, dan seringkali merupakan fokus utama penyelidikan. Tidak hanya fokus pada menyalahkan moral. Pihak terkait dapat memutuskan bahwa dia perlu pelatihan ulang sekalipun dapat dinyatakan bahwa pelatihan sebelumnya telah dianggap gagal, tapi pihak yang telah dimandatkan harus telah mengidentifikasi terlebih dahulu mengapa dia/pekerja membuat kesalahan.

Sebagai alternatif, pihak penentu kebijakan dapat mendisiplinkannya terlebih dahulu sesuai kode atau aturan perusahaan, dan jika diketahui kesalahan begitu fatal dan tidak dapat dipertimbangkan lagi oleh perusahaan, pelaku dapat diberhentikan dari industri. Hal ini pula dapat menjadikan bahan acuan terbaik dalam meningkatkan keselamatan di lingkungan kerja.

Terdapat tiga kesulitan mendasar dalam mencari model yang berlaku secara luas dalam meningkatkan budaya keselamatan dalam sebuah organisasi:

- 1) Meningkatkan budaya keselamatan adalah mengubah perilaku manusia tapi perilaku terkadang dinamis dan bergantung pada konteks. Kita sering berbeda reaksi terhadap beberapa peristiwa hari ini jika peristiwa yang sama terjadi seminggu yang lalu. Demikian pula, kita akan melakukan dan mengatakan hal-hal pada orang dewasa yang tidak akan pernah kita renungkan di depan anak-anak, kita akan melakukan beberapa hal setelah "beberapa minuman" yang mungkin tidak akan pernah kita lakukan saat mabuk, dll. Selain itu, perilaku berbeda tergantung pada dengan siapa kita berurusan; misalnya, kita akan mengambil kritik dari beberapa orang yang mengambil pengecualian besar dari orang lain.
- 2) Meningkatkan budaya keselamatan juga tentang perubahan sikap. Salah satu masalah utamanya adalah waspada terhadap siapa saja yang mencoba mengubah sikap mereka. Misalnya, politisi mencoba meyakinkan Anda untuk memilih mereka karena mereka memiliki kepentingan terbaik dari masyarakat lebih dekat ke hati mereka daripada kandidat lainnya tapi Anda tahu betul bahwa kepentingan terbaik mereka adalah hal yang sangat penting bagi mereka semua. Pada dasarnya orang tidak mempercayai orang lain yang mereka rasa berusaha untuk mengubah sikap mereka. Serangan frontal terhadap perubahan sikap keselamatan cenderung gagal.

- 3) Unsur-unsur budaya keselamatan positif (seperti daftar Mulder di atas) menunjukkan keduanya banyak dan luas, namun banyak juga saling bergantung dan beberapa bersifat konsekuensial (karena akan lebih mudah mencapainya jika orang lain telah capai sebelumnya). Hal ini membuat usaha yang disengaja untuk mengubah budaya keselamatan menjadi sangat kompleks dan sangat menuntut.

Sebagian besar penelitian psikologis tentang sikap dan perubahan sikap telah menunjukkan bahwa jauh lebih efektif untuk mengubah keadaan yang mempengaruhi sikap (dan membiarkan perubahan sikap terjadi sebagai konsekuensinya) daripada mencoba mengubah sikap secara langsung. Hal ini penting dalam konteks budaya keselamatan karena apa yang disiratkannya adalah bahwa jika ada sikap sinis di antara angkatan kerja, manajemen sebenarnya bukan tentang keamanan, namun menghilangkan persepsi tersebut dengan tindakan nyata yang akan mengubah sikap.

Demikian pula, sikap lemah terhadap kepatuhan keselamatan yang dihasilkan oleh siapapun yang tidak melakukan tindakan terhadap pelanggaran peraturan tidak akan berubah dengan nasihat semata. Hal serupa juga diakui dalam penelitian psikologis bahwa perubahan sikap akan menimbulkan perubahan dalam perilaku.

Poin-poin ini juga memiliki relevansi dengan masalah yang disinggung dalam butir ketiga di atas dalam hal keberhasilan kecil bersifat kumulatif; Secara bertahap, perbaikan spesifik kecil akan menghasilkan budaya yang lebih baik. Singkatnya, tidak dapat dipungkiri bahwa budaya keselamatan penting untuk dilakukan perbaikan atau peningkatan serta melakukan keberlanjutan atas perbaikan keselamatan tersebut.

3. *Organisational Maturity* dan *High Reliability Organisations*

Berikut contoh model dalam mengidentifikasi kematangan proses untuk sebuah organisasi:

- 1) *Initial*: titik awal untuk penggunaan proses keselamatan baru, atau mulai menggunakan proses pengaman.

- 2) *Repeatable*: prosesnya digunakan berulang-ulang.
- 3) *Defined*: proses didefinisikan/dikonfirmasi sebagai proses standar.
- 4) *Anaged/quantified*: manajemen keselamatan dan pengukuran tempat pengambilan.
- 5) *Optimising*: manajemen keselamatan meliputi optimasi/perbaikan proses yang disengaja dan terus menerus.

Model mana pun yang digunakan kesempurnaan berhubungan erat dengan gagasan dari organisasi yang baik. Weick and Sutcliffe (2007) dan Hayes (2006) dalam (Geoff Simpson, Horberry, 2009), kesempurnaan organisasi dicirikan oleh lima kualitas berikut agar mereka dapat bekerja dengan baik saat menghadapi situasi tak terduga (sering disebut *mindfulness*).

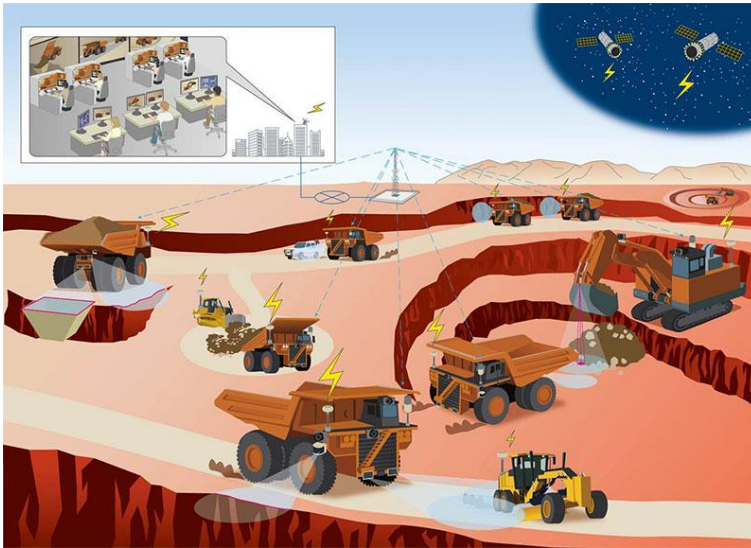
- a. *Preoccupation with failure*, dan analisis kegagalan yang terperinci penting untuk pembelajaran organisasi
- b. *Reluctance to simplify interpretations*, dan mencari keragaman pandangan mengenai masalah organisasi
- c. *Sensitivity to operations* yaitu, satu atau lebih individu memiliki pemahaman tentang keadaan sistem operasional, dan organisasi menekankan pada pemahaman operasi
- d. *Commitment to resilience*, seringkali dengan pertahanan secara mendalam, terutama untuk menghilangkan bahaya atau mencegah terjadinya insiden.
- e. *Deference to expertise*, terutama memiliki organisasi yang cukup fleksibel untuk memungkinkan tanggung jawab pengambilan keputusan dalam situasi darurat, harus disampaikan kepada para ahli yang dekat dengan situasinya.

Sebagian besar pekerjaan dengan organisasi keandalan tinggi berasal dari pertambangan luar, dengan tenaga nuklir dan pengendalian lalu lintas udara menjadi dua contoh di mana pendekatan semacam ini paling sering diterapkan (Geoff Simpson, Horberry 2009).

BAB

10

MANAJEMEN DI PERTAMBANGAN



Gambar.26 Proses penambangan yang tetap terpantau dengan pekerja di ruang khusus

Source: <https://www.wencomine.com/the-most-common-fleet-management-system-fms-question/>

Industri pertambangan sebagai salah satu lingkungan kerja yang memiliki dukungan tertinggi atas perekonomian suatu Negara, sehingga sudah tentu harus memperhatikan setiap manajemen yang diterapkan di tempat kerja. Hal yang tidak dapat dipungkiri pula atas keberlangsungan dan keberhasilan dari industri pertambangan ini ialah peran serta para pekerja yang turut andil dalam melaksanakan

kewajibannya sesuai bidang dan kapasitas. Namun, jika dilihat dari sudut pandang keselamatan pekerja, telah di uraikan di bab-bab sebelumnya berbagai bahaya dan risiko tinggi yang sering ditemukan di lingkungan kerja pekerja tambang yang harus berlanjut menjadi suatu perhatian penting, sehingga produktivitas kerja dapat maksimal. Olehnya, pemilik ataupun pihak yang terkait membutuhkan manajemen keselamatan dan kesehatan yang baik untuk mengurangi angka kecelakaan yang terjadi di lingkungan tambang atas aktivitas kerja serta memperhatikan berbagai aspek yang dapat mendukung keberhasilan manajemen perusahaan dalam hal ini di industri pertambangan.

A. Membentuk Tujuan Kinerja Kesehatan dan Keselamatan

Membentuk standar kinerja yang dapat diterima secara menyeluruh oleh pekerja serta diaplikasikan di lingkungan kerja dengan sebaik-baiknya merupakan fungsi penting dalam manajemen keselamatan dan kesehatan yang ingin diwujudkan di lingkungan kerja sehingga menghasilkan hasil yang maksimal dalam produktivitasnya.

Mengingat kewajiban moral untuk melindungi kehidupan pekerja, kebanyakan industri mempertahankan tujuan dengan mencapai angka nol terkait kejadian luka dan penyakit pada industri (menghilangkan). Walaupun sebahagian percaya bahwa tidak mungkin untuk sepenuhnya menghilangkan luka dan penyakit di sektor pertambangan. Dua perspektif umum berkaitan dengan tingkat kemajuan dalam tujuan kinerja kesehatan dan keselamatan yakni: peningkatan inkremental yang berkesinambungan dan pencapaian langsung (*zero incident*).

Pendekatan perbaikan secara terus-menerus mendefinisikan beberapa peningkatan inkremental setiap tahun. Namun, tetap terdapat anggapan bahwa terkadang pilihan perbaikan terus-menerus seringkali tidak memuaskan karena pada dasarnya anggaran

untuk menghilangkan kasus cedera dan penyakit akibat kerja sering mengalami kegagalan disebabkan masih terjadi kasus cedera tunggal.

Sebenarnya, telah banyak laporan bahwa perusahaan telah mencapai angka nol untuk insiden kecelakaan di lingkungan kerja pada satu satuan waktu tertentu, dalam artian perusahaan kemungkinan terdapat kasus kecelakaan namun dengan periode waktu yang sangat lama (langkah). Sehingga dapat disebutkan bahwa tantangan di sejumlah tempat kerja yakni, lebih sulit mempertahankan nol daripada mendapatkan nol. Dan disebutkan bahwa kunci untuk menghilangkan luka dan penyakit lebih kepada tantangan mental daripada masalah fisik.

Hal yang perlu diketahui bahwa, dengan mengembangkan peta jalan atau rencana strategis nol harus dimulai dengan dasar-dasar. Organisasi harus mengelola sistem kesehatan dan keselamatan dasarnya secara efisien dan berkesinambungan. Adapun budaya kesehatan dan keselamatan yang sukses harus berdasar pada:

1. Keterlibatan manajemen;
2. Peduli, buka komunikasi;
3. Rasa saling percaya;
4. Keselamatan dan kesehatan sebagai suatu nilai individual dan organisasional; dan
5. Pemberdayaan pekerja.

Beberapa industri mungkin beranggapan sulit untuk menerapkan unsur-unsur tersebut, namun Norman George seorang direktur manufaktur untuk Hoechst Roussel Pharmaceuticals, Inc., mengatakan, "Sikap orang terhadap keselamatan jelas mempengaruhi perilaku mereka". Letak tantangannya ialah dalam mencapai angka nol di tempat kerja, kita tidak peduli ukurannya, tapi orang harus percaya bahwa mereka bertanggung jawab atas keselamatannya dan keselamatan rekan kerja mereka pula (Karmis 2001).

B. Kewajiban Tugas

1. Tugas Pemerintah

Di negara-negara yang memiliki industri tambang *opencast*, pemerintah bertanggung jawab menempatkan atau memberlakukan undang-undang dan peraturan yang memadai untuk memastikan operasi tambang yang aman serta dengan risiko minimum terhadap permasalahan yang mengganggu kesehatan. Pemerintah terkait juga dituntut merumuskan, menerapkan, dan secara berkala meninjau kebijakan nasional yang koheren terkait kesehatan dan keselamatan di tambang *opencast*.

Perundang-undangan dan kebijakan nasional tersebut ditentukan setelah berkonsultasi dengan organisasi pengusaha dan pekerja yang paling representatif atau diakui kredibilitasnya. Pemerintah harus menegakkan undang-undang tersebut dengan cara inspektorat, yang seharusnya merupakan bagian dari otoritas yang berwenang.

Pemerintah juga harus memiliki undang-undang yang menyebutkan kualifikasi dan pengalaman pengawas. Pengawas tersebut harus diberdayakan dan dipelihara secara memadai dengan kekuatan dan dengan standar teknis yang memadai untuk memastikan bahwa undang-undang tersebut diobservasi di semua tambang *opencast*. Perundang - undangan nasional harus membuat ketentuan seperti memungkinkan otoritas yang kompeten untuk melakukan minimal dua inspeksi lengkap dan tanpa pemberitahuan setiap tahun dari setiap tambang *opencast* di dalam yurisdiksinya.

Pemerintah dapat memberdayakan pejabat yang berwenang untuk mengubah peraturan pada keadaan pertambangan individual, hanya jika semua orang yang terkena dampak dilengkapi dengan standar keselamatan dan kesehatan yang setara dengan yang tercantum dalam kode atau undang-undang nasional. Otoritas yang kompeten juga harus memiliki kekuatan untuk menolak atau meminta manajer tambang untuk mengubah peraturan atau skema

yang dibuatnya sehubungan dengan kesehatan dan keselamatan kerja.

Inspeksi oleh pejabat yang berwenang harus dilakukan di hadapan perwakilan pemilik usaha dan pekerja, kecuali jika inspektur memutuskan untuk melakukan suatu pemeriksaan secara mandiri. Pemerintah harus memastikan bahwa mereka yang bekerja di tambang memiliki hak untuk memilih perwakilan dari mereka yang dapat memeriksa pekerjaan tambang dengan baik, serta harus dinyatakan dalam undang-undang atau peraturan nasional, dan siapa yang dapat menangani masalah keselamatan dan kesehatan kerja atas pekerja.

Setiap laporan inspeksi yang dilakukan oleh perwakilan pekerja harus dikirim ke pihak yang berwenang, yang kemudian harus mengambil tindakan yang sesuai dengan isi laporan. Selain itu, jika terjadi kecelakaan fatal atau serius atau kejadian berbahaya, perwakilan yang ditunjuk tersebut harus memiliki hak untuk mengecek tempat dan kondisi terkait kecelakaan tersebut.

Pemerintah harus memperkenalkan langkah-langkah serta tindakan tepat yang harus dilakukan ketika ada temuan kasus di pertambangan serta membuat laporan khusus atas kasus tersebut. Laporan khusus atau laporan penyelidikan publik harus dipublikasikan tanpa penundaan. Kemudian salinan laporan harus dikirim ke Direktur Jenderal Kantor Perburuhan Internasional untuk diteliti dan turut dilaporkan kepada komite industri terkait.

Segala instrumen yang digunakan dalam memeriksa peralatan atau kelengkapan lainnya. Harus diuji dan diperiksa terlebih dahulu sehingga sesuai dengan penggunaannya. Pemerintah juga dituntut untuk menyediakan penerbitan sertifikat kompetensi sesuai dengan peraturan perundang-undangan nasional sesuai dengan kualifikasi dan pengalaman.

Perundang-undangan nasional juga harus mencantumkan mengenai hak pekerja untuk menghentikan pekerjaan atau menolak pekerjaan jika dalam situasi kerja diketahui dapat menimbulkan

bahaya serius dan membahayakan keselamatan atau kesehatan pada pekerja.

2. Tugas Operator Tambang

Membuat ketentuan keuangan dan ketentuan lainnya misalnya dalam menyediakan alat, peralatan dan bahan yang dibutuhkan selama aktivitas kerja pertambangan. Memastikan mesin, peralatan, zat, proses dan sistem tambang bekerja secara wajar, aman, dan tanpa risiko terhadap kesehatan. Tidak mengganggu pengelolaan teknis tambang kecuali pejabat berwenang yang telah ditunjuk atau yang berkompoten. Menyediakan fasilitas yang dibutuhkan agar pemeriksaan dan investigasi dan fungsi lainnya dapat dilaksanakan perwakilan pekerja dengan sebaik-baiknya.

Terkait penunjukan pejabat, ketentuan-ketentuan harus diperhatikan berupa;

- a. Operator tambang harus menunjuk seorang manajer tambang untuk bertanggung jawab memastikan operasi, arahan teknis dan pengawasan pribadi setiap orang sesuai dengan undang-undang nasional.
- b. Operator tambang harus menunjuk sejumlah asisten manajer yang sesuai untuk memastikan kepatuhan terhadap undang-undang atau peraturan nasional.
- c. Operator tambang yang memanfaatkan pembangkit listrik dan mesin listrik lainnya harus menunjuk orang yang kompeten untuk bertanggung jawab atas perusahaan dan mesinnya.

Operator tambang wajib memberi tahu otoritas yang kompeten dalam setiap aktivitas pengangkatan yang dilakukan dalam pengelolaan teknis tambang. Operator tambang harus memberi tahu pekerja tentang penutupan tambang yang telah diusulkan baik bersifat sementara atau permanen. Setiap aktivitas pengangkatan atau pendelegasian wewenang yang dibuat berdasarkan peraturan tidak boleh menghapus atau mengurangi tugas operator tambang

dalam memastikan keselamatan dan kesehatan kerja semua orang yang dipekerjakan di tambang *opencast*.

3. Tugas Manajer Tambang dan Pejabat Pengawas

Manajer tambang harus bertanggung jawab pada kepatuhan dan penegakan atas undang-undang dan peraturan keselamatan dan kesehatan yang telah diatur dalam undang-undang atau peraturan nasional. Operator tambang atau manajer tambang dapat menunjuk orang untuk membantu dalam melaksanakan tugasnya jika orang tersebut memenuhi syarat dan terdapat ketentuan yang sesuai dengan undang-undang atau peraturan nasional serta tugas dan tanggung jawab mereka telah terdefinisi dengan jelas dalam instruksi yang diberikan secara tertulis. Mereka juga telah mendapat fasilitas yang diperlukan untuk melaksanakan instruksi dan perintah terkait yang amanahkan kepadanya.

Manajer harus menunjuk spesialis berkompeten untuk mengawasi desain, konstruksi dan pemeliharaan pada setiap bagian tambang, bendungan, laguna atau bangunan utama lainnya serta memastikan operasi aman. Wajib mengambil langkah-langkah yang diperlukan untuk memastikan pasokan bahan dan peralatan yang sesuai dan tersedia setiap saat. Berhati-hati menyelidiki setiap representasi atau keluhan masalah yang mempengaruhi keselamatan atau kesehatan pekerja.

Manajer setiap tambang juga harus memastikan penanganan dan pencarian bukti atas kecelakaan atau luka serius di tangani oleh orang yang kompeten, dimana laporan penyelidikan harus tersedia di kantor tambang dengan data selengkap-lengkapnyanya. Manajer pun dapat menunjuk asisten manajer yang mungkin diperlukan namun memastikan penerapan berbagai tugasnya.

4. Tugas Pejabat Pengawas Lainnya

Setiap asisten manajer yang ditunjuk, harus membuat dan membudayakan pengaturan terkait musyawarah yang dilakukan

setiap hari dengan semua pejabat lain yang bertanggung jawab atas operasi di dalam yurisdiksinya. Setiap bagian tambang yang dioperasikan dalam bekerja harus diperiksa oleh pengawas setiap shift kerja yakni mencakup:

- a. Kondisi aman atas semua tampilan, dinding, penyimpanan dan lereng yang dikerja, serta pelaksanaan pekerjaan perbaikan jika diperlukan;
- b. Persiapan atas operasi peledakan dan keadaan peralatan dan kendaraan yang digunakan;
- c. Kondisi pengangkutan dan transportasi;
- d. Kondisi jalan raya;
- e. Pengamanan mesin dan tempat-tempat bahaya;
- f. Keadaan peralatan pengontrol debu;
- g. Pengecekan jumlah pekerja yang berada dalam tanggung jawabnya; dan
- h. Kondisi peralatan keselamatan yang bisa digunakan pekerja.

Petugas pengawas wajib membuat laporan tertulis pada akhir peralihannya sesuai dengan rancangan tujuan awal dan memberi saran kepada manajer tambang mengenai keadaan atau kondisi yang berbahaya atau tidak biasa. Laporan tersebut diperiksa dan kemudian ditandatangani oleh atasan berwenang.

Pengawas terkait yang bertanggung jawab atas masalah mekanik atau listrik harus memastikan bahwa staf turut bertanggung jawab mengawasi atas:

- b. Pemasangan semua mesin dan peralatan di tambang;
- c. Pemeriksaan dan pengujian semua mesin dan peralatan sebelum digunakan, setelah pemasangan, pemasangan ulang atau perbaikan;
- d. Pemeliharaan dalam kondisi kerja yang aman, sesuai dengan hukum atau peraturan nasional, atas semua mesin dan peralatan di tambang tersebut;
- e. Pemeriksaan dan pengujian sistematis terhadap semua peralatan di tambang sesuai dengan skema yang berlaku; dan

- f. Penyusunan dan penegakan rencana penjadwalan pemeliharaan preventif dan untuk semua perbaikan pertambangan, transportasi, pembangunan jalan dan semua mesin lain dari deskripsi apapun yang digunakan di tambang.
5. Tugas Pekerja
- a. Berhati-hati terhadap kesehatan dan keselamatan diri sendiri dan orang lain disebabkan atas tindakan atau kelalaiannya;
 - b. Mematuhi instruksi yang diberikan untuk keamanan dan kesehatan secara pribadi dan orang lain;
 - c. Menggunakan alat pengaman dan peralatan pelindung sesuai dengan instruksi yang diberikan;
 - d. Segera melaporkan kepada atasan terkait informasi yang dapat menimbulkan bahaya dan aktivitas yang tidak dapat pekerja perbaiki sendiri;
 - e. Melaporkan kecelakaan atau cedera yang timbul dalam perjalanan atau sehubungan dengan pekerjaan di tambang; dan
 - f. Bekerja sama dengan atasannya atau orang lain sehubungan dengan tugas atau persyaratan apa pun yang dikenakan padanya atas ketentuan undang-undang yang berlaku, sebatas yang mungkin diperlukan untuk memungkinkan kewajiban atau persyaratan yang harus dilakukan atau dipatuhi (ILO 1991).

C. Sertifikat Kompetensi

Berdasarkan sifat aktivitas kerja di bidang pertambangan *Engineer* pemrosesan pertambangan dan mineral tidak diwajibkan untuk diberi lisensi. Namun, *Engineer* yang terlibat dalam praktik swasta yang banyak dipekerjakan oleh perusahaan konsultan, dihadapkan pada perlunya lisensi. Beberapa *Engineer* saat ini dibebaskan dari lisensi. Seperti pada:

- 1. Bekerja di perusahaan yang bergerak di bidang perdagangan antarnegara,

2. Bekerja di perusahaan manufaktur, atau
3. Bekerja di perusahaan layanan publik (*public utility*).

Perizinan menjadi lebih diminati dengan penekanan nasional saat ini terhadap kesehatan dan keselamatan, perlindungan konsumen, dan masalah lingkungan. Memiliki lisensi insinyur profesional adalah salah satu cara untuk menunjukkan kredibilitas seseorang kepada publik. Tidak terkecuali pada pekerja tambang yang membutuhkan *skill* khusus dalam bekerja, mereka sebaiknya memiliki perizinan atas aktivitas kerja yang akan dilaksanakan. Sekalipun, beberapa Negara tidak diminta untuk menawarkan pemeriksaan *Practice Of Engineering* (PE) untuk setiap disiplin teknik.

Namun, sebahagian besar negara bagian memberikan pemeriksaan PE pada Pertambangan dan Pengolahan Mineral pada musim gugur setiap tahunnya. Sebagian besar ujian PE memiliki format pilihan ganda dan diberikan dalam dua sesi selama empat jam. Di sebagian besar negara bagian, kandidat yang berhasil hanya diberi lisensi sebagai insinyur profesional tanpa daftar disiplin teknik tertentu. Namun, beberapa negara memerlukan registrasi dengan disiplin ilmu secara individu. Terlepas dari sistem registrasi, sebagai insinyur profesional, pekerja tidak diizinkan untuk menerima tanggung jawab profesional di luar kompetensinya. Adapun 6 (enam) persyaratan umum untuk mendapat lisensi adalah:

1. Usia minimum untuk kelayakan menjadi insinyur dalam pelatihan atau insinyur magang bervariasi dari 19 hingga 21 tahun. Usia minimum untuk kelayakan menjadi insinyur profesional berlisensi adalah 25 tahun pada beberapa negara bagian.
2. Pendidikan minimum adalah memegang ijazah SMA atau sederajat.
3. *College Degree*-Persyaratan standar adalah gelar sarjana dari program terakreditasi ABET di bidang teknik atau setara di dewan yang telah disetujui kementerian pendidikan dan teknik

4. Bukti pengalaman kerja yang memadai.
5. Karakter, biasanya memiliki lima referensi, tiga di antaranya harus dari insinyur profesional, terdapat bukti atas karakter moral yang baik dan sesuai dengan integritas dibutuhkan.
6. Lulus dalam ujian yang telah ditentukan.

Perlu diketahui, pemegang lisensi juga harus mengakui tanggung jawab mereka kepada publik dan harus mewakili diri mereka sendiri di hadapan publik dengan cara yang obyektif dan benar. Mereka wajib menghindari konflik atas kepentingan dan wajib patuh atas kepentingan yang sah dari atasan, klien, dan pelanggan sesuai batasan yang ditentukan. Reputasi profesional hanya berasal dari usaha atau jasa mereka, pekerja tidak boleh bersaing secara tidak adil dengan orang lain. Berikut beberapa aturan perilaku profesional pada pemegang lisensi.

1. Kewajiban Pemegang Lisensi untuk Masyarakat
 - a. Lisensi, dalam kinerja layanan mereka untuk klien, pengusaha, dan pelanggan, harus sadar bahwa tanggung jawab pertama dan terutama mereka adalah untuk kesejahteraan masyarakat.
 - b. Lisensi harus menyetujui dan menanggung hanya pada dokumen desain dan survei yang sesuai dengan standar teknik dan survei yang disetujui dan melindungi kehidupan, kesehatan, properti, dan kesejahteraan masyarakat.
 - c. Lisensi harus memberitahu atasan atau klien mereka dan wewenang lain yang mungkin sesuai bila penilaian profesional mereka ditolak dalam situasi dimana kehidupan, kesehatan, properti, atau kesejahteraan masyarakat terancam.
 - d. Lisensi harus objektif dan jujur dalam laporan profesional, pernyataan, atau kesaksian. Mereka harus mencakup semua informasi yang relevan dan relevan dalam laporan, pernyataan, atau kesaksian semacam itu.

- e. Lisensi harus menyatakan pendapat profesional secara terbuka hanya jika didasarkan pada pengetahuan yang memadai mengenai fakta dan evaluasi materi pelajaran yang kompeten.
 - f. Lisensi tidak menerbitkan pernyataan, kritik, atau argumen mengenai hal-hal teknis yang diilhami atau dibayar oleh pihak yang berkepentingan, kecuali jika mereka secara eksplisit mengidentifikasi pihak yang berkepentingan atas nama siapa mereka berbicara dan mengungkapkan kepentingan yang ada dalam masalah tersebut.
 - g. Lisensi tidak mengizinkan penggunaan nama atau nama perusahaan mereka dengan, atau asosiasi dalam usaha bisnis dengan, setiap orang atau perusahaan yang terlibat dalam praktik bisnis atau profesional yang tidak benar atau tidak jujur.
 - h. Lisensi yang mengetahui kemungkinan pelanggaran terhadap Aturan Perilaku Profesi ini harus memberi informasi dan bantuan kepada dewan terkait untuk membuat keputusan akhir mengenai pelanggaran tersebut.
2. Kewajiban Pemegang Lisensi untuk Majikan dan Klien
- a. Lisensi hanya akan melakukan penugasan bila memenuhi syarat pendidikan atau pengalaman di bidang teknis atau survei tertentu.
 - b. Lisensi tidak boleh membubuhkan tanda tangan atau materai mereka ke rencana atau dokumen apa pun yang menangani masalah yang tidak memiliki kompetensi, atau rencana atau dokumen apa pun yang tidak disiapkan di bawah kendali langsung dan pengawasan pribadi mereka.
 - c. Lisensi dapat menerima tugas untuk koordinasi keseluruhan proyek, asalkan setiap segmen desain ditandatangani dan disegel oleh pemegang lisensi yang bertanggung jawab untuk persiapan segmen desain tersebut.

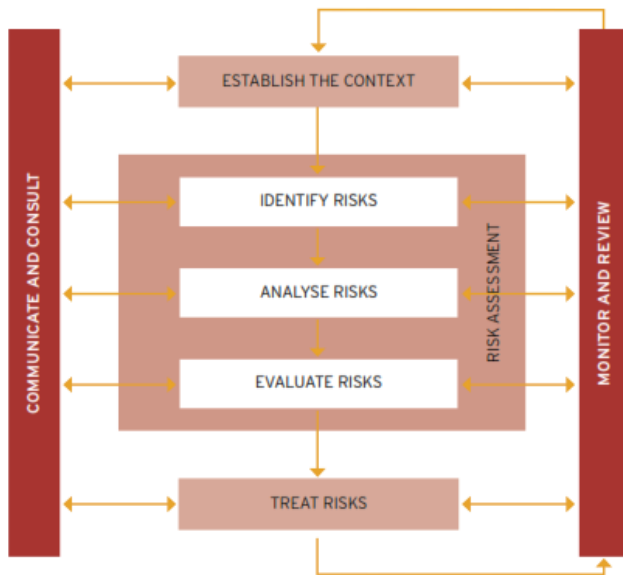
- d. Lisensi tidak boleh mengungkapkan fakta, data, atau informasi yang diperoleh dalam kapasitas profesional tanpa persetujuan dari klien atau pemberi kerja kecuali yang berwenang atau diwajibkan oleh undang-undang.
 - e. Lisensi tidak boleh meminta atau menerima gratifikasi secara langsung atau tidak langsung, dari kontraktor, agen mereka, atau pihak lain sehubungan dengan pekerjaan untuk pengusaha atau klien.
 - f. Lisensi harus membuat pengungkapan penuh sebelumnya kepada atasan atau klien mereka mengenai kemungkinan benturan kepentingan atau keadaan lain yang dapat mempengaruhi atau tampaknya mempengaruhi penilaian mereka atau kualitas layanan mereka.
 - g. Lisensi tidak menerima kompensasi, keuangan atau lainnya, lebih dari satu pihak untuk layanan yang berkaitan dengan proyek yang sama, kecuali jika keadaan diungkapkan sepenuhnya dan disetujui oleh semua pihak yang berkepentingan.
 - h. Lisensi tidak harus meminta atau menerima kontrak profesional dari badan pemerintah dimana kepala bagian atau pejabat organisasi berfungsi sebagai anggota.
3. Kewajiban Pemegang Lisensi untuk Lisensi Lain
- a. Lisensi tidak boleh memalsukan atau mengizinkan yang keliru dalam kualifikasi mereka, atau rekan kerja mereka, akademis ataupun profesional. Mereka tidak boleh salah menggambarkan atau membesar-besarkan terhadap tanggung jawab mereka dalam tugas sebelumnya atau kompleksitas tugas tersebut.
 - b. Lisensi tidak boleh menawarkan, memberikan, meminta, atau menerima, baik secara langsung maupun tidak langsung, setiap komisi, atau hadiah, atau pertimbangan berharga lainnya untuk mendapatkan pekerjaan, dan tidak

boleh memberikan kontribusi politik apapun dengan maksud untuk mempengaruhi pemberian penghargaan sebuah kontrak oleh otoritas publik.

- c. Lisensi tidak boleh melukai, baik jahat maupun salah, secara langsung atau tidak langsung, reputasi profesional, prospek, praktik, atau pekerjaan dari pemegang lisensi lainnya, atau tidak memandang dari segi manapun dalam mengkritik pekerjaan pemegang lisensi lainnya.

D. Manajemen Risiko

Pengendalian risiko dengan menggunakan metode manajemen risiko bukanlah hal baru. Namun, banyaknya efek positif yang ditimbulkan akibat penerapannya sehingga manajemen risiko ini masih diimplementasikan hingga saat ini di berbagai bidang. Tahapan dalam mengimplementasikan manajemen risiko dari berbagai sumber referensi mungkin berbeda-beda, ataupun menggunakan metode kualitatif maupun kuantitatif. Namun intinya, menurut Australian Government (2016), alat penilaian risiko diperlukan agar sesuai dengan kompleksitas risiko yang dianalisis. Adapun formalisasi proses manajemen risiko dalam standar internasional ISO 31000 yakni tampak pada gambar Gambar 27 berikut yang juga serupa dari sumber Australian/New Zealand Risk Management Standard (AS/NXS 4360).



Gambar.27 Proses manajemen risiko

Penjelas dari tiap elemen proses manajemen risiko tersebut menurut Davies, Bailes, and Jasson (2006) yakni;

1. Berkomunikasi dan berkonsultasi
Berkomunikasi dan berkonsultasi dengan pemangku kepentingan internal dan eksternal yang sesuai pada setiap tahap proses manajemen risiko dan mengenai proses secara keseluruhan.
2. Menetapkan konteksnya
Menetapkan konteks manajemen eksternal, internal dan risiko dimana proses selanjutnya akan berlangsung. Kriteria terhadap risiko mana yang akan dievaluasi harus ditetapkan dan struktur analisis didefinisikan.
3. Identifikasi risiko
Identifikasi dimana, kapan, mengapa dan bagaimana kejadian dapat dicegah, diturunkan, ditunda atau ditingkatkan dalam pencapaian tujuan.

4. Menganalisis risiko
Mengidentifikasi dan mengevaluasi kontrol yang ada. Tentukan konsekuensi dan kemungkinan terkait tingkat risikonya. Analisis ini harus mempertimbangkan berbagai konsekuensi potensial dan bagaimana hal ini dapat terjadi.
5. Evaluasi risiko
Bandingkan perkiraan tingkat risiko dengan kriteria yang telah ditentukan sebelumnya dan pertimbangkan keseimbangan antara manfaat potensial dan hasil buruk. Hal ini memungkinkan keputusan dibuat mengenai luas dan sifat perawatan yang dibutuhkan, dan yang prioritas.
6. Perlakukan risiko
Mengembangkan dan menerapkan strategi dan rencana tindakan hemat biaya untuk meningkatkan potensi keuntungan dan mengurangi biaya potensial.
7. Pantau dan ulas
Hal ini diperlukan untuk memantau keefektifan semua langkah proses manajemen risiko. Hal ini penting untuk perbaikan terus-menerus risiko dan keefektifan tindakan pengobatan perlu dipantau untuk memastikan keadaan yang berubah tidak mengubah prioritas (Davies, Bailes, and Jasson, 2006).

Risiko proyek pertambangan dan pengolahan harus diidentifikasi dan dikelola pada semua tahapan proses pertambangan, dimana setiap tahap memiliki tantangan yang signifikan bagi perusahaan pertambangan dari perspektif manajemen risiko (Australian Government, 2016). Studi yang dilaksanakan Asha et al. (2015) di penambangan pasir Desa Bago Kecamatan Pasirian Kabupaten Lumajang Indonesia terkait analisis risiko menemukan, terdapat beberapa risiko dari setiap tahapan proses dalam pertambangan baik tahap persiapan, eksploitasi, dan pengangkutan. Tingkat kemungkinan risiko diketahui pada tingkat A dan konsekuensi tertinggi pada major (level 4), dengan penilaian risiko tertinggi pada *extreme risk* sehingga evaluasi risiko yang digunakan

untuk mengendalikan risiko merupakan risiko dengan kategori *generally unacceptable* yakni risiko-risiko tersebut haruslah dikontrol dengan isolasi, pengendalian administratif, penggunaan alat pelindung diri (APD), dan *human control*.

Banyak perusahaan pertambangan saat ini telah menggunakan manajemen risiko untuk membantu mengidentifikasi dan mempertimbangkan risiko operasional. Jika pemangku kepentingan tidak menangani masalah atas segala potensi bahaya atas pertambangan tersebut maka, kemungkinan terkait kepercayaan atas khalayak akan hilang, dan mungkin sangat sulit untuk mendapatkan kembali kepercayaan tersebut (Davies, Bailes, and Jasson, 2006).

Namun, sering terdapat dua kesalahan umum pada pihak manajemen dalam memilih metode manajemen risiko sehingga tujuan yang ingin tercapai tidak terlaksana, kesalahan tersebut yakni:

1. Memilih alat yang tidak mampu menganalisis, mengevaluasi, dan menentukan pengobatan untuk kejadian berisiko secara efektif.
2. Memilih alat yang lebih kompleks atau memakan waktu daripada yang diperlukan, mengingat kesederhanaan analisis, kejelasan perlakuan yang tepat, atau keduanya.

Perbaikan secara berkesinambungan pada organisasi atau industri merupakan filosofi manajemen risiko, yang berarti terdapat kebutuhan untuk terus-menerus menilai apakah:

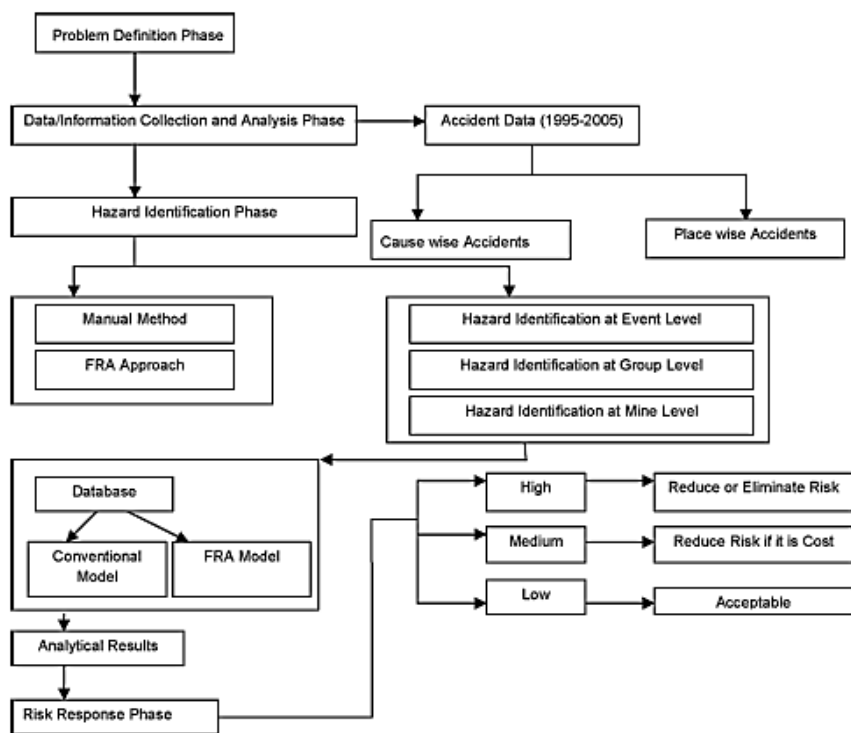
1. Organisasi saat ini dalam posisi yang stabil atau lebih baik dalam meningkatkan pengendalian
2. Pengendalian semakin memburuk seiring waktu
3. Ada cara yang lebih baik dalam melakukan sesuatu daripada saat pengendalian kunci pertama yang dipilih (Australian Government, 2016).

Berikut salah satu model manajemen risiko yang digunakan Verma and Gupta (2013) yang mengacu pada industri pertambangan di India, untuk penilaian risiko didasarkan pada pedoman *IBM*

(Indian Bureau of Mines) dan DGMS (Directorate General of Mining Safety). Pendekatan sistematis yang diusulkan dibagi menjadi lima tahap:

1. Fase Definisi Masalah;
2. Pengumpulan Data dan Pengumpulan Informasi dan Analisis;
3. Fase Identifikasi Bahaya;
4. Fase Estimasi Risiko; dan
5. Fase Respons Risiko.

Gambar 28 menggambarkan langkah-langkah khas dalam proses penilaian risiko yang diusulkan dan dianggap berlaku umum pada industri pertambangan. Namun, jenis pertambangan yang berbeda mungkin memerlukan beberapa variasi proses.



Gambar.28 Usulan proses penilaian risiko di pertambangan

1. Tahap Definisi Masalah

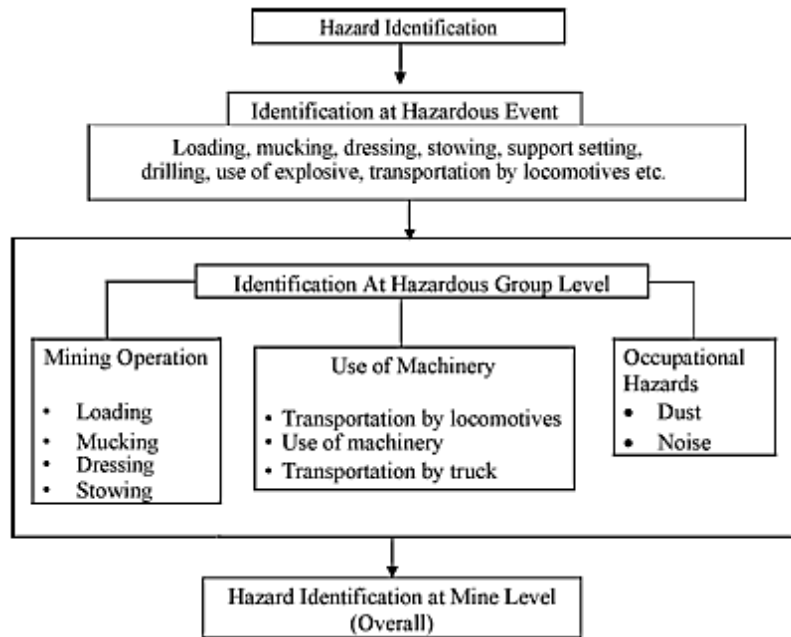
Tahap awal ini dilaksanakan dengan mendefinisikan masalah yang melibatkan identifikasi kebutuhan akan keselamatan khususnya pekerja atau masalah-masalah lainnya yang mungkin terkait. Item khas berikut ditentukan dalam definisi masalah.

2. Tahap Pengumpulan dan Analisis Data serta Informasi

Begitu kebutuhan akan keamanan telah ditentukan, dilanjutkan kemudian pada tahap pengumpulan data dan pengumpulan informasi. Tujuan pengumpulan data dan pengumpulan informasi serta analisis ini untuk mengembangkan pemahaman yang baik tentang kecelakaan serius yang terjadi di wilayah pertambangan atau tambang tertentu selama bertahun-tahun dan menghasilkan sejumlah informasi. Informasi kemudian akan digunakan untuk mengembangkan deskriptif kualitatif dan fungsi keanggotaan terkait. Sejumlah teknik yang paling umum digunakan untuk mengumpulkan informasi dan pengetahuan dari tambang seperti data statistik dan analisis informasi, pengalaman pekerja dan analisis pengetahuan teknik serta pemetaan konsep.

3. Tahap Identifikasi Bahaya

Tahapan ke tiga ini secara sistematis mengidentifikasi semua kejadian berbahaya yang potensial terkait dengan kegiatan penambangan di setiap tingkat, misalnya tingkat kejadian berbahaya, tingkat kelompok bahaya dan tingkat tambang. Fase estimasi risiko bertujuan untuk menilai tingkat risiko kejadian berbahaya, kelompok bahaya dan tambang yang akan dilakukan secara kualitatif pada awalnya. Kemudian dengan membandingkannya dengan tolok ukur kuantitatif, penilaian risiko kualitatif akan diubah menjadi hasil kuantitatif, yaitu dalam hal skor risiko. Prosedur yang diadopsi untuk identifikasi bahaya dalam pekerjaan ini diberikan pada Gambar 29.



Gambar.29 Prosedur diadopsi untuk identifikasi bahaya

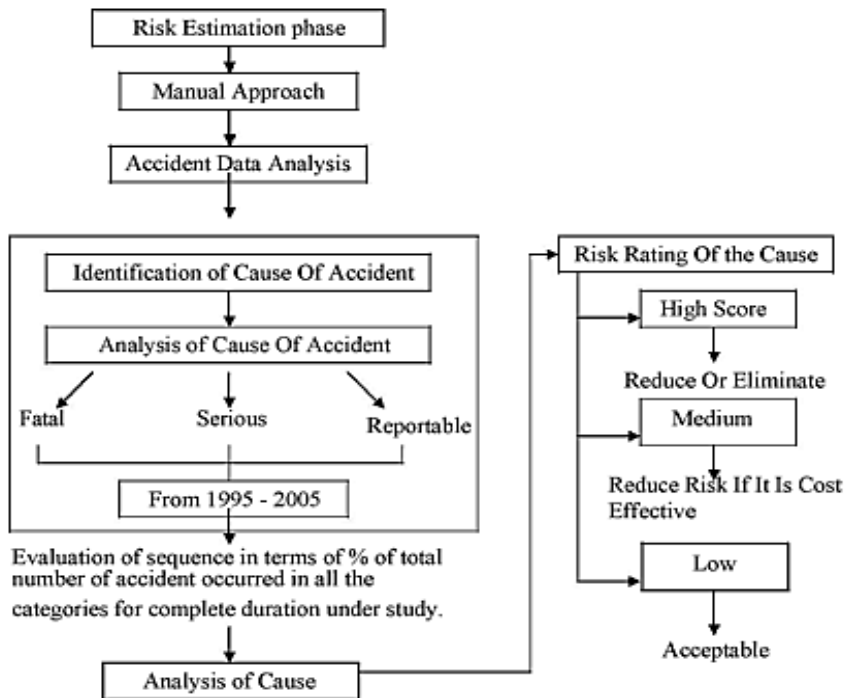
4. Fase Estimasi Risiko

Verma and Gupta menyatakan area penelitian ini sangat kompleks, terlebih ketersediaan data untuk melakukan analisis risiko tidak pasti. Oleh karena itu, bila ketidakpastian data sangat tinggi, analisis risiko dengan menggunakan sistem penalaran fuzzy menjadi sangat sesuai. Hasil yang diberikan dari fase estimasi risiko dapat digunakan untuk membantu analisis risiko, insinyur dan manajer dalam mengembangkan kebijakan perawatan dan operasi. Jika risiko tinggi, tindakan pengurangan risiko harus diterapkan. Dalam penelitian ini, tingkat risiko dicirikan ke dalam tiga wilayah: yaitu tinggi, sedang dan rendah. Jelas, semua analisis risiko mungkin melibatkan ketidakpastian atau informasi risiko yang tidak lengkap oleh industri. Hal ini terutama berlaku bila:

- a. Kesalahan manusia adalah kontribusi besar terhadap kemungkinan kecelakaan

- b. Kurangnya informasi risiko terperinci
- c. Tidak ada database yang tersedia.

Analisis risiko fuzzy lebih tepat untuk menganalisis risiko tambang dengan informasi risiko yang tidak lengkap. Penting bahwa analisis risiko fuzzy memiliki karakteristik unik tersendiri yang berbeda terkait dengan analisis risiko kualitatif. Analisis risiko fuzzy biasanya melibatkan penggunaan pemodelan himpunan fuzzy. Selain itu, analisis risiko juga merupakan proses hierarki dimana informasi risiko diperoleh pada tingkat yang lebih rendah dapat digunakan untuk penilaian risiko pada tingkat yang lebih tinggi. Rincian proses yang diadopsi untuk estimasi risiko diberikan pada Gambar 30.



Gambar.30 Rincian proses yang diadopsi untuk estimasi risiko

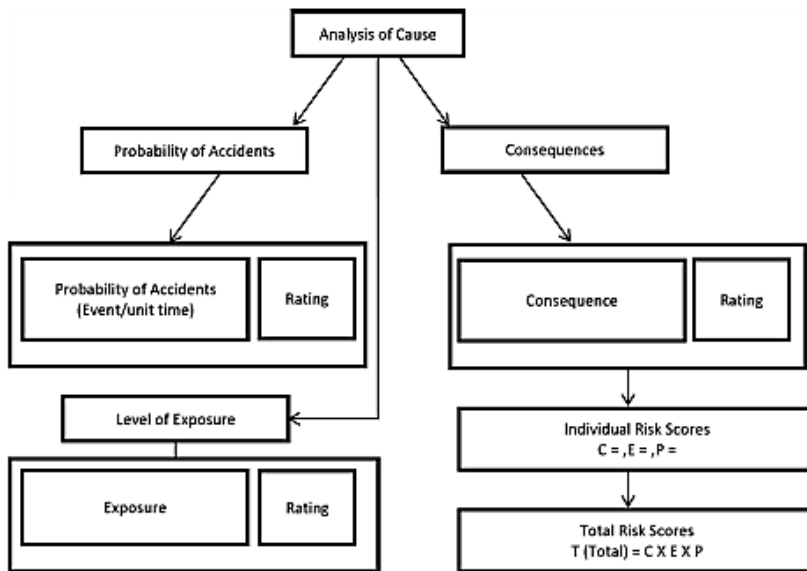
5. Fase Respon Risiko

Fase ini, respon risiko muncul sebagai output dari RRM (teknik konvensional) dan FRA dipertimbangkan. Pendekatan yang diusulkan menghitung indeks risiko untuk memprediksi tingkat risiko yang terkait dengan bahaya atau sebab tertentu. Fase ini sangat penting bagi analis, manajer, dan insinyur risiko pertambangan untuk menilai risiko yang terkait dengan operasi penambangan dalam waktu dan usaha. Fase dicapai dengan menggunakan RRM dan FRA. Prosedur RRM dan FRA disajikan pada Poin E di bab yang sama.

E. Model Pendekatan *Rapid Ranking Method* (RRM) dan *Fire Risk Assessment* (FRA)

1. Metodologi RRM

Bahaya harus diidentifikasi pada tingkat kejadian terlebih dahulu, dimana strategi umum yang digunakan oleh metode ini tampak pada Gambar 31. Untuk tujuan yang telah disebutkan di atas, teknik yang digunakan secara luas untuk penilaian risiko yang diadopsi oleh industri pertambangan adalah metodologi RRM dimana perhitungan manual dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan tentang tingkat risiko yang terkait dengan setiap bahaya sehingga bahaya memiliki skor risiko maksimal harus diselesaikan terlebih dahulu.



Gambar.31 Metode peringkat cepat untuk estimasi tingkat risiko

Adapun langkah-langkah terkait RRM dalam penilaian risiko:

- a. Data kecelakaan untuk durasi yang diteliti seperti 1995-2005.
- b. Data kecelakaan merupakan sebab yang baik yang menandakan penyebab kecelakaan tertentu dan konsekuensi dari kecelakaan yang terjadi.
- c. Konsekuensi kecelakaan dikategorikan menjadi tiga:
 - a) Fatal;
 - b) Serius; dan
 - c) Dapat dilaporkan.
- d. Pertama, catatan disiapkan yang menunjukkan jumlah kecelakaan terjadi dalam data 10 tahun terkait ketiga kategori yang disebutkan pada poin c.
- e. Setelah mengumpulkan informasi tentang jumlah kecelakaan total selama 10 tahun, analisis kecelakaan dilakukan dimana penyebab kecelakaan dianalisis berdasarkan konsekuensi

- kecelakaan yang sesuai dengan penyebab yang dipertimbangkan.
- f. Jumlah kecelakaan yang terjadi dilacak untuk ketiga kategori, yaitu fatal, serius dan dapat dilaporkan untuk alasan tertentu selama 10 tahun yang dievaluasi sebagai persentase kontribusi jumlah kecelakaan yang terjadi pada setiap kategori selama 10 tahun.
 - g. Berdasarkan persentase ini, penyebabnya dievaluasi dan total risiko yang terlibat dalam hal nilai risiko dihitung dengan mempertimbangkan penyebabnya sebagai salah satu bahaya dominan yang dapat menimbulkan dampak serius pada kerja dan lingkungan.
 - h. Setelah skor risiko untuk masing-masing bahaya diperoleh, bahaya yang memiliki skor maksimum diberikan prioritas pertama untuk diselesaikan dan dengan demikian rencana mitigasi disiapkan.
 - i. Untuk menghitung skor risiko, sebuah ukuran yang berisi penilaian disiapkan untuk ketiga faktor yang dipertimbangkan, yaitu konsekuensi kecelakaan, tingkat keterpaparan, probabilitas kecelakaan, untuk evaluasi skor risiko.
 - j. *Yardstick* ini disiapkan oleh konsultan ahli, sesuai dengan pengalaman masa lalu, dll.
 - k. *Yardstick* untuk ketiga faktor yang disebutkan di bawah ini, disesuaikan dalam Tabel 8-10 dibawah, masing-masing:
 - 1) Tingkat keterpaparan (*level of exposure*)
 - 2) Konsekuensi (*consequences*)
 - 3) Kemungkinan kecelakaan (*probability*)

Tabel.8 Yardstick for Level of Exposure

Exposure	Rating
Low frequently - 1 person	1
Low frequently - several person	2-3
Daily one person	4-5

Exposure	Rating
Daily several person	6-7
Frequently - 1 person	8-9
Frequently - several persons	10

Tabel.9 Yardstick for Consequences

Consequences	Rating
Reportable	0-1
Serious	2-3
Fatal	4-5

Tabel.10 Yardstick for Probability

Probability (Event/Unit of Time)	Rating
Extremely infrequent (5-10 years)	1-2
Infrequently (2-5 years)	3-4
Rather frequently (1-2 years)	5-6
Frequently (1 year)	7-8
Very frequently (accident/month)	9-10

- l. Setelah data kecelakaan dianalisis dan bahaya dievaluasi berdasarkan tiga faktor yang disebutkan di atas, peringkat risiko yang sesuai dengan tingkat keterpaparan (E), konsekuensi (C), probabilitas kecelakaan (P) diperoleh dan dengan mengalikan ketiga Peringkat, peneliti mendapatkan skor risiko konsolidasi sesuai dengan bahaya yang dievaluasi yang menunjukkan tingkat risiko terkait dengan bahaya tersebut.

$$T = C \times E \times P$$

- m. Selanjutnya, kategorisasi bahaya sebagai risiko tinggi, risiko menengah, risiko rendah dilibatkan berdasarkan skor risiko yang diperoleh setelah mengalikan peringkat risiko individu untuk konsekuensi, paparan, dan probabilitas.
- n. Jika total skor risiko lebih dari 200 berarti dianggap sebagai tingkat risiko yang tinggi, jika nilai risikonya lebih besar dari 20

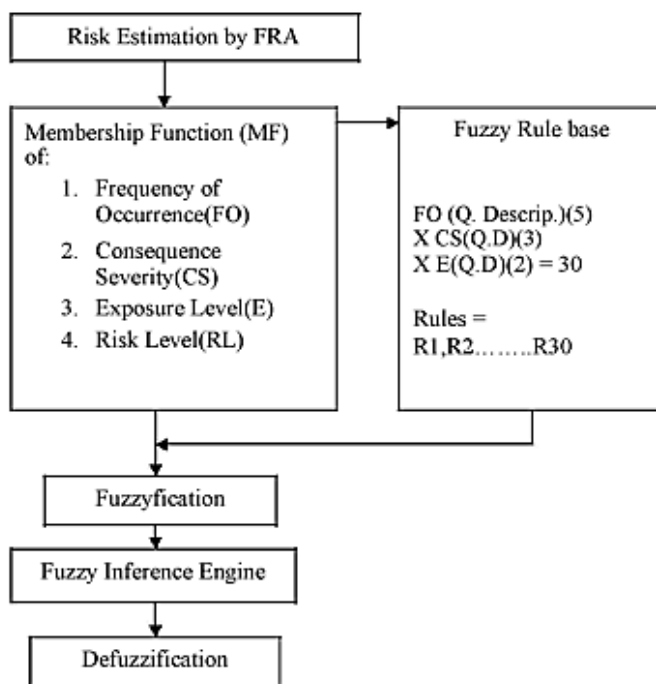
dan kurang dari atau sama dengan 200 dari pada tingkat risiko dianggap sebagai medium, jika nilai risikonya kurang dari 20 maka tingkat risiko yang terkait dengan bahaya dianggap rendah. Ini diberikan pada Tabel 11.

Tabel.11 Risk scores and Associated Risk Levels

Risk level	Risk score
High	Score > 200
Medium	20 ≤ Score ≤ 200
Low	Score < 20

2. Metodologi Pendekatan Penalaran Fuzzy

Pendekatan yang diusulkan untuk penilaian risiko adalah FRA pada gambar 32 berikut.



Gambar.32 Usulan pendekatan FRA untuk penilaian tingkat risiko

Menggunakan pendekatan FRA terlebih dahulu kita perlu membuat tolok ukur dengan cara yang sama seperti pendekatan RRM. Tolok ukur yang disiapkan untuk pendekatan FRA akan menggunakan database yang sama yang disediakan oleh organisasi dan akan menggunakan tolok ukur RRM sebagai dasar, sehingga harus ada korelasi antara kedua tolok ukur tersebut. Ukuran yang disiapkan untuk FRA bersifat kualitatif karena luas penerapan harus ditingkatkan, dilakukan dengan mempertimbangkan parameter kualitatif sebagai angka kuantitatif dan nilai menjadi spesifik kasus. Landasan pendekatan FRA terdiri dari deskriptif kualitatif dan deskripsinya (Miyakita dan Ueda, 1997) dalam (Verma and Gupta, 2013).

Tolok ukur untuk pendekatan manual berfungsi sebagai dasar tolok ukur pendekatan FRA dapat dilihat sebagai berikut:

Untuk tolok ukur pendekatan RRM yang dikembangkan untuk probabilitas kecelakaan memiliki kategori kecelakaan seperti: Sangat jarang: Kecelakaan yang terjadi dalam 5-10 tahun dan untuk kategori seperti itu, skor risiko atau kisaran skor risiko diputuskan. Karena tolok ukur ini digunakan untuk menghitung tingkat risiko yang terlibat dalam operasi penambangan, maka tolok ukur ini bersifat kuantitatif yang menunjukkan skor risiko spesifik untuk kategori risiko tertentu, tolok ukur RRM adalah kasus spesifik.

Demikian pula untuk tolok ukur pendekatan FRA dipersiapkan dengan mempertimbangkan frekuensi kejadian, yang tidak lain adalah probabilitas kecelakaan, dikonfigurasi untuk pendekatan RRM, dengan cara yang sama dengan mengambil dua tolok ukur lainnya yang disiapkan untuk pendekatan RRM untuk mengembangkan sisa dua tolok ukur untuk konsekuensi dan pemaparan terhadap Pendekatan FRA. Karena pendekatan FRA akan menjadi pendekatan yang lebih umum untuk membuatnya mudah beradaptasi dengan varietas kasus, tolok ukur ini bersifat kualitatif dan akan memiliki deskriptor kualitatif dan deskriptif kualitatif ini.

Deskriptif kualitatif pertama dalam tolok ukur frekuensi terjadinya adalah sebagai berikut: Sangat jarang: Kecelakaan yang terjadi sangat jarang, kejadian yang jarang terjadi ini digambarkan sebagai, kecelakaan terjadi sekali dalam 5-10 tahun, sama seperti yang telah kita pertimbangkan. Untuk pendekatan RRM, di FRA kami tidak mengalokasikan skor risiko pada deskriptor ini agar tetap tidak spesifik atau umum.

Demikian pula tolok ukur frekuensi kejadian/probabilitas kecelakaan (FO) (Tabel 12), konsekuensi tingkat keparahan (CS) (Tabel 13), tingkat paparan (E) (Tabel 14) dan tingkat risiko (RL) (Tabel 15) telah disusun untuk pendekatan FRA yang mengambil tolok ukur pendekatan RRM sebagai dasar dan semua tolok ukur yang dikembangkan untuk pendekatan FRA bersifat kualitatif (Ammar, 2004; Ghiaus, 2001) dalam (Verma and Gupta, 2013).

Begitu tolok ukur ini berkembang, akan dijadikan basis pengembangan basis aturan fuzzy. Basis aturan fuzzy akan dikembangkan dengan mengacu pada tolok ukur FRA dan kemudian basis aturan ini akan diumpangkan ke mesin inferensi fuzzy dan pada saat bersamaan fungsi keanggotaan deskriptif kualitatif akan fuzzifikasi dan dikirim ke mesin inferensi fuzzy akan memproses input dan akan memberikan output dalam format defuzzified.

Tabel.12 Frekuensi Kejadian/Probabilitas Kecelakaan (FO)

Qualitative descriptor	Description	Parameters of MFs
Extremely infrequent	5-10 years	1.5.0 (Gaussian)
Infrequent	2-5 years	1.5.3.5 (Gaussian)
Rather frequent	1-2 years	4.5.5 (Gaussian)
Frequent	1 years	6.7.5 (Gaussian)
Very frequent	Accident/month	8.10 (Gaussian)

Tabel.13 Konsekuensi Keparahan (CS)

Qualitative descriptor	Description	Parameters of MFs
Reportable	Minor injury	1.5,0 (Gaussian)
Serious	Major injury	1.5,5 (Gaussian)

Qualitative descriptor	Description	Parameters of MFs
Fatal	Death	5,10 (Gaussian)

Tabel.14 Tingkat Paparan (E)

Qualitative descriptor	Description	Parameters of MFs
Low level	Satu Orang terkena bahaya	0,0,1,3 (Trapezoid)
High level	Lebih dari satu orang terkena bahaya	7,9,10,10 (Trapezoid)

Tabel.15 Tingkat Risiko (RL)

Qualitative descriptor	Description	Risk	Parameters of MFs
High	Risiko harus dikurangi dengan aman dalam keadaan luar biasa	$200 \leq \text{risk score} \leq 500$	300,400,500 (Triangular)
Medium	Risiko harus dikurangi jika cukup praktis untuk melakukannya	$20 \leq \text{risk score} \leq 200$	150,200,300 (Triangular)
Low	Resiko bisa diterima	$20 > \text{risk score}$	0,50,100 (Triangular)

3. Pengembangan Basis Aturan Fuzzy

Jumlah aturan fuzzy dalam basis aturan fuzzy bergantung pada jumlah deskriptif kualitatif yang diadopsi untuk mewakili FO, E, CS. Sebagai contoh dalam penelitian saat ini ada 5 deskriptor kualitatif untuk FO, 3 untuk CS, 2 untuk E, basis aturan fuzzy terdiri dari $5 \times 3 \times 2 = 30$ aturan:

- a. Jika Paparan Rendah, Frekuensi Kejadian Sangat jarang dan Konsekuensi Keparahan dilaporkan, Tingkat Risiko Rendah.
- b. Jika Paparan Rendah, Frekuensi Kejadian Sangat jarang dan Konsekuensi Keparahan Serius maka Tingkat Risiko Sedang.

- c. Jika Paparan Rendah, Frekuensi Kejadian Sangat jarang dan Konsekuensi dari Keparahan adalah Fatal maka Tingkat Risiko tinggi.
- d. Jika Paparan Rendah, Frekuensi Kejadian Tidak Sering dan Konsekuensi dari Tingkat keparahan dilaporkan, maka Tingkat Risiko Rendah.
- e. Jika Paparan Rendah, Frekuensi Kejadian Tidak Sering dan Konsekuensi dari Tingkat keparahannya Serius maka Tingkat Risiko Sedang.
- f. Jika Paparan Rendah, Frekuensi Kejadian jarang terjadi dan Konsekuensi dari Tingkat keparahannya adalah Fatal maka Tingkat Risiko tinggi.
- g. Jika Paparan Rendah, Frekuensi Kejadian agak Sering dan Konsekuensinya Tingkat Keparahan dilaporkan, Tingkat Risiko Rendah.
- h. Jika Paparan Rendah, Frekuensi Kejadian agak Sering dan Konsekuensinya Tingkat Keparahan Serius maka Tingkat Risiko Sedang.
- i. Jika Paparan Rendah, Frekuensi Terjadinya dan Konsekuensi Tingkat Keparahan adalah Fatal maka Tingkat Risiko tinggi.
- j. Jika Paparan Rendah, Frekuensi Terjadinya dan Konsekuensi dari Tingkat keparahan dilaporkan, maka Tingkat Risiko Rendah.
- k. Jika Exposure Rendah, Frekuensi Terjadinya dan Konsekuensi dari Tingkat keparahannya Serius maka Tingkat Risiko tinggi.
- l. Jika Paparan Rendah, Frekuensi Kejadian Sering Terjadi dan Konsekuensi dari Tingkat keparahannya adalah Fatal maka Tingkat Risiko tinggi.
- m. Jika Exposure Rendah, Frekuensi Kejadian Sangat Sering dan Konsekuensi Keparahan dilaporkan maka Tingkat Risiko tinggi.
- n. Jika Exposure Rendah, Frekuensi Kejadian Sangat Sering dan Konsekuensi Keparahan Serius maka Tingkat Risiko tinggi.

- o. Jika Paparan Rendah, Frekuensi Kejadian Sangat Sering dan Konsekuensi Keparahan Fatal maka Tingkat Risiko tinggi.
- p. Jika Paparan Tinggi, Frekuensi Kejadian Sangat jarang dan Konsekuensi Tingkat Keparahan dilaporkan, Tingkat Risiko Rendah.
- q. Jika Paparan Tinggi, Frekuensi Kejadian Sangat jarang dan Konsekuensi Keparahan Serius maka Tingkat Risiko Sedang.
- r. Jika Paparan Tinggi, Frekuensi Kejadian Sangat jarang dan Konsekuensi Keparahan adalah Fatal maka Tingkat Risiko Tinggi.
- s. Jika Paparan Tinggi, Frekuensi Kejadian Tidak Sering dan Konsekuensi dari Tingkat keparahan dilaporkan, maka Tingkat Risiko Rendah.
- t. Jika Paparan Tinggi, Frekuensi Kejadian Tidak Sering dan Konsekuensi dari Tingkat keparahannya Serius maka Tingkat Risiko tinggi.
- u. Jika Paparan Tinggi, Frekuensi Kejadian Tidak Sering dan Konsekuensi dari Tingkat keparahannya adalah Fatal maka Tingkat Risiko tinggi.
- v. Jika Paparan Tinggi, Frekuensi Kejadian Sering terjadi dan Konsekuensi Tingkat Keparahan dilaporkan maka Tingkat Risiko Sedang.
- w. Jika Paparan Tinggi, Frekuensi Kejadian Sering terjadi dan Konsekuensi Keparahan Serius maka Tingkat Risiko tinggi.
- x. Jika Paparan Tinggi, Frekuensi Kejadian Sering terjadi dan Konsekuensi Keparahan adalah Fatal maka Tingkat Risiko tinggi.
- y. Jika Paparan Tinggi, Frekuensi Terjadinya dan Konsekuensi dari Tingkat keparahan dilaporkan, maka Tingkat Risiko tinggi.
- z. Jika Paparan Tinggi, Frekuensi Kejadian Sering Terjadi dan Konsekuensi dari Tingkat keparahannya Serius maka Tingkat Risiko tinggi.

- aa. Jika Paparan Tinggi, Frekuensi Terjadinya dan Konsekuensi dari Tingkat keparahannya adalah Fatal maka Tingkat Risiko tinggi.
- bb. Jika Paparan Tinggi, Frekuensi Kejadian Sangat Sering dan Konsekuensi Keparahan dilaporkan maka Tingkat Risiko tinggi.
- cc. Jika Paparan Tinggi, Frekuensi Kejadian Sangat Sering dan Konsekuensi Keparahan Serius maka Tingkat Risiko tinggi.
- dd. Jika Paparan Tinggi, Frekuensi Kejadian Sangat Sering dan Konsekuensi Keparahan Fatal maka Tingkat Risiko tinggi.

Bagaimana **aturan** yang telah dibentuk dijelaskan sebagai berikut:

Jika Paparan Rendah, Frekuensi Kejadian Sangat jarang dan Konsekuensi Keparahan dilaporkan, Tingkat Risiko Rendah.

Aturan di atas bekerja sebagai, jika tingkat paparan rendah, berarti hanya satu orang yang terkena bahaya dan frekuensi kejadian sangat jarang yang dijelaskan ukuran sekali dalam 5-10 tahun dan sebagai akibat kecelakaan tersebut dilaporkan yang dijelaskan. Dalam ukuran sebagai cedera ringan maka RL yang terkait akan rendah, yang dijelaskan di tolok ukur, berisiko rendah dan dinilai 20.

Demikian pula, Jika Paparan Rendah, Frekuensi Kejadian jarang terjadi dan Konsekuensi dari Tingkat keparahannya adalah Fatal maka Tingkat Risiko tinggi.

Aturan yang disebutkan di atas berlaku karena, jika tingkat Exposure rendah, berarti hanya satu orang yang terkena bahaya dan frekuensi kejadian jarang terjadi yang dijelaskan dalam ukuran sebagai sekali dalam 2-5 tahun dan konsekuensi kecelakaan tersebut adalah Fatal yang dijelaskan dalam tolok ukur FRA untuk CS sebagai kematian maka tingkat risiko yang terkait dengan kecelakaan ini akan tinggi, yang dijelaskan di tolok ukur untuk tingkat risiko karena skor risiko untuk tingkat risiko tinggi akan lebih dari 200.

Dengan cara yang sama semua peraturan dibuat mengambil tolok ukur FRA sebagai dasarnya. Langkah-langkah yang terlibat dalam pengolahan menggunakan pendekatan yang diusulkan:

Semua prasyarat yang diperlukan untuk penerapan pendekatan FRA dirumuskan yakni:

- a. Deskriptor kualitatif dari parameter yang sedang dipertimbangkan.
- b. Penjatahan Fungsi Keanggotaan masing-masing deskriptif kualitatif.
- c. Keputusan Parameter yang sesuai dengan Fungsi Keanggotaan yang diberikan pada deskriptif kualitatif.
- d. Formulasi Base Fuzzy Base.

Langkah yang terlibat dalam pengolahan adalah sebagai berikut:

- a. Masukan ke sistem adalah F (Fatal), S (Serius), R (Dapat Dilaporkan) dan Menyebabkan data kecelakaan yang bijaksana [Kode Input].
- b. Menganalisis informasi ini berdasarkan tolok ukur [Matlab Code].
- c. Menemukan nilai-nilai untuk C (Konsekuensi), E (Paparan), P (Probabilitas) [Fuzzy Inference Engine].
- d. Dekondisi tentang tingkat risiko bahaya [Fuzzy Inference Engine].
- e. Keluaran: Alasan di balik keputusan ini [Aturan Verbose] (Verma and Gupta 2013).

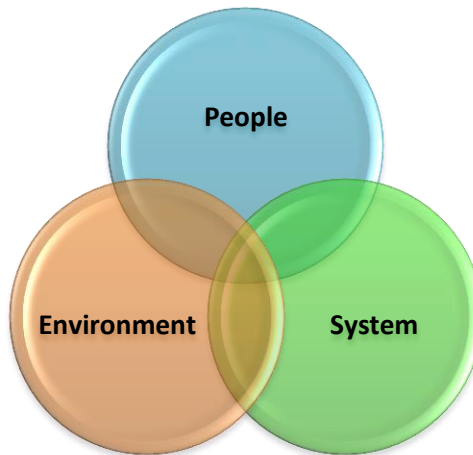
Salah satu penelitian yang dilaksanakan Verma and Chaudhari (2017) di tambang bawah tanah dan juga terbuka di India menunjukkan bahwa, sistem prediksi kecelakaan berbasis FRA yang dikembangkan ternyata mampu memberikan hasil sebagai skor risiko indikatif yang terkait dengan situasi rawan kecelakaan yang diidentifikasi, yang didasarkan pada rencana mitigasi dan juga sesuai untuk dikembangkan. Dimana hasil analisis menunjukkan bahwa kesalahan berbasis keterampilan paling penting dan memerlukan perhatian segera untuk mitigasi. Tindakan pekerja yang tidak aman adalah faktor manusia yang paling penting diidentifikasi serta dikendalikan berdasarkan prioritas.

F. Model Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan

Menurut (Karmis, 2001), manajemen kesehatan dan keselamatan dapat ditinjau atas tiga domain yang luas dan saling terkait (tampak pada gambar 33), dan terdapat dua premis yang dapat menggambarkan dasar dari model ini, yakni:

1. Kesehatan dan keselamatan dipengaruhi oleh semua aspek desain dan cara kerja suatu organisasi.
2. Desain dan pengelolaan sistem kesehatan dan keselamatan harus mengintegrasikan ketiga domain dalam proporsi yang mencerminkan karakteristik unik organisasi. Dengan kata lain, tidak ada satu sistem yang efektif secara universal.

Berikut model dan penjelasan tiap domain yang di kemukakan menurut Karmis (2001).



Gambar.33 Model fundamental sistem manajemen kesehatan dan keselamatan

a. *People* / Orang-orang

Kesehatan dan keselamatan tentu saja diperuntukkan bagi para pekerja. Namun, kita terkadang memahami elemen manusia sangatlah rumit dan dinamis sehingga membutuhkan perhatian dan

umpan balik konstan. Perlu sebuah rancangan sistem yang dapat memotivasi bukan hanya untuk individu tapi berdampak pada seluruh angkatan kerja.

Kompleksitas atas permasalahan tersebut tentu dipahami juga terkait dengan perbedaan antara kepribadian individu dan kesukaan dan ketidaksukaan seseorang. Terdapat individu yang mudah untuk termotivasi dan adapula yang perlu suatu metode khusus untuk bisa memberi pemahaman atas pentingnya ketekunan kerja agar mencapai tujuan organisasi. Oleh karena itu, kunci untuk mendaftarkan pekerja dan manajemen ke dalam visi organisasi yang tidak menerima cedera sebagai bagian dari pekerjaan adalah kreativitas, imajinasi, dan pengembangan sistem yang beragam, serta menciptakan jejaring yang cukup luas untuk menangkap keseluruhan angkatan kerja. Banyak faktor yang harus diperhatikan dalam merancang sistem yang akan mengoptimalkan hasil dengan memusatkan perhatian pada domain manusia. Unsur yang paling penting seperti: umur, perilaku, sikap, komunikasi, pemberdayaan, harapan, bahasa, pengetahuan, pengalaman, kebutuhan, persepsi, motif, kesehatan, kepemimpinan, kepribadian, kemampuan fisik, tanggung jawab, persepsi risiko, keterampilan, stres, dan nilai.

b. Environment / Lingkungan

Domain lingkungan dalam hal ini dikaitkan dengan ruang kerja (fisik) termasuk materi dan mekanisme yang ditemukan. Dalam industri sektor pertambangan elemen ini merupakan elemen paling penting yang perlu diperhatikan terutama di awal rencana pembangunan kerja di tambang karena pada titik kita dapat memprediksi dampak yang timbul bagi pekerja (American Institute of Mine Engineering 1992; NSC 1992; Hethmon dan Dotson, 1997) dalam (Karmis, 2001). Olehnya, mengidentifikasi dan meminimalisir bahaya fisik adalah prinsip keselamatan yang mendasar.

Diketahui lingkungan pertambangan memiliki beberapa sektor, namun pada umumnya lingkungan kerja dibedakan atas

tambang bawah tanah atau terbuka (permukaan). Banyak program audit bahaya fisik gagal dalam menempatkan batasan di sekitar tempat kerja yang dirasakan dan gagal mengenali keseluruhan lingkup pekerjaan yang dilakukan pada satu waktu. Hal ini dilaporkan berlaku terutama untuk pekerja yang bekerja secara individu, untuk kegiatan dukungan infrastruktur, seperti geologi, teknik, listrik, dan pemeliharaan jalan. Olehnya perlu suatu tindakan yang efektif dalam mengendalikan faktor lingkungan dalam meminimalkan potensi cedera dan penyakit. Adapun unsur yang berkontribusi dan harus dipertimbangkan dan dinilai yakni; ergonomi, kontrol pemaparan, perancangan fasilitas, penjagaan, geologi, *housekeeping*, faktor manusia, bahan, desain dan tata letak tambang, proses dan desain proses, waktu siang/malam, peralatan dan perlengkapan, transportasi, utilitas, dan cuaca.

c. *System / sistem*

Sistem merupakan suatu hal yang dapat dilakukan secara sistematis tergantung kesepakatan dalam mencapai tujuan. Seperti kegiatan kepatuhan terhadap kesehatan dan keselamatan, metode produksi dan pemeliharaan, interaksi antara entitas dalam organisasi, praktik kesehatan dan keselamatan proaktif dan reaktif, proses dan program sosial, aktivitas sumber daya manusia, mekanisme komunikasi, penghargaan intrinsik dan ekstrinsik, dan sistem pengukuran. Daftarnya terus berlanjut (lihat hlm. 26) (NSC 1992; McSween, 1995).

Namun, kurangnya fase pembaharuan mengikuti trend di lingkungan kerja menjadikan sistem kurang efektif lagi bahkan dapat mengalami kegagalan, olehnya, sistem harus dievaluasi secara berkala. Umpan balik yang tepat memberikan mekanisme untuk meningkatkan sistem, memperbaiki hasil yang buruk, dan menghilangkan yang tidak efektif. Meskipun banyak mekanisme untuk menilai keefektifan sistem, beberapa yang paling praktis misalnya pada survei persepsi, dialog kritis dengan individu, analisis

manfaat biaya, dan evaluasi visual secara berhati-hati terhadap sistem yang sedang berjalan. Adapun unsur yang harus diperhatikan dalam merancang sistem seperti: akuntabilitas, modifikasi perilaku, perubahan manajemen, komunikasi, konsistensi, kontraktor, kontrak administrasi, konseling dan disiplin, budaya, respon darurat, pendaftaran, tujuan, visi, dan misi, pengurangan dan pengendalian bahaya, identifikasi bahaya, staf kesehatan dan keselamatan kerja, *Hiring practices*, investigasi insiden, kebersihan industri, manajemen informasi, kepemimpinan, motivasi dan penghargaan, *occupational medicine*, penilaian kinerja, pengukuran kinerja, kebijakan, prosedur, dan peraturan, proses keamanan, *procurement*, program, pengakuan, sumber daya, rekayasa keselamatan, perencanaan strategis, pengawasan, tim, pelatihan dan pendidikan dan kesehatan

Pada akhirnya, sistem harus dapat diukur, dimodifikasi, positif atas faktor yang mempengaruhi, dan sesederhana mungkin. Menurut Peterson (1996) dalam Karmis (2001) jika tidak ada sistem yang dapat bekerja secara efektif dalam organisasi, beberapa prinsip dasar yang bersifat universal yang akan dijabarkan dibawah ini dapat dijadikan pertimbangan terkait manajemen yang akan di implementasikan, yakni:

1. Kesehatan dan keselamatan adalah fungsi manajemen dan harus dipimpin dan dikelola sesuai dengan ketentuan. Sudah tentu, hal ini memerlukan komitmen dan keterlibatan manajemen yang tinggi.
2. Unsur penyatuan menghasilkan seperangkat tanggung jawab yang terukur untuk aktivitas di semua tingkat organisasi.
3. Insiden, cedera, dan penyakit merupakan indikasi adanya masalah dalam sistem, bukan hanya kesalahan manusia.
4. Sasaran kinerja harus mencerminkan tujuan manajemen.

G. Mengukur Kinerja Kesehatan dan Keselamatan

Pengembangan dan pelacakan metrik merupakan ukuran objektif kinerja dan kemajuan kesehatan dan keselamatan kerja. Adapun dua jenis metrik kinerja tersebut yakni:

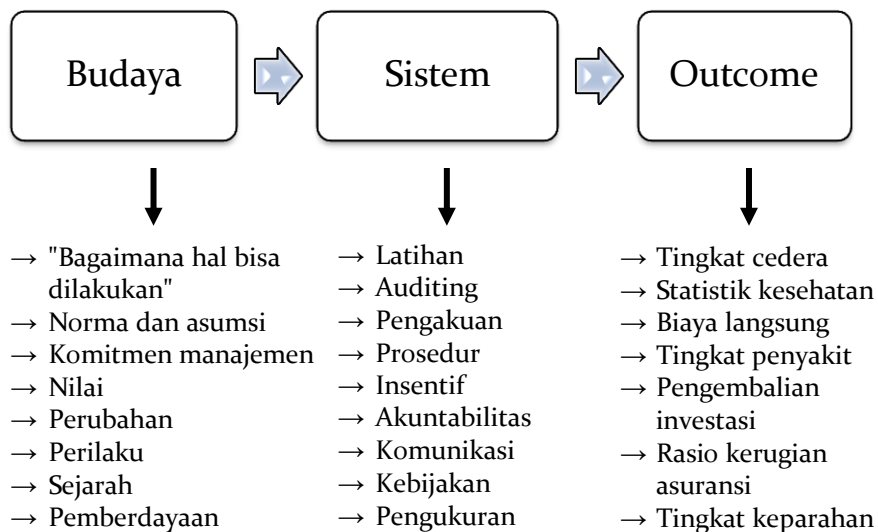
1. *Outcome* atau hasil berbasis hasil
2. Langkah-langkah proses atau kegiatan.

“*What gets measured gets done*” atau apa yang di ukur, itulah yang diselesaikan. Namun, di sektor pertambangan hal yang menjadi metrik dan paling sering dilacak adalah tingkat kejadian, seperti laporan cedera dan ukuran yang umumnya memberikan sedikit perspektif mengenai masalah sistematis dalam kesehatan dan keselamatan. Hal ini tidak memberikan gambaran tindak lanjut tentang probabilitas kejadian besar karena penyebab kejadian tersebut, kepemimpinan yang tidak memadai, prosedur yang kurang, dan kurangnya keterlibatan karyawan - tidak ditangani secara efektif dalam tindakan tingkat cedera. Menurut Pybus (1996) dalam Karmis (2001) terdapat 3 alasan tidak memadainya menggunakan tingkat cedera sebagai alat pengukuran eksklusif:

1. Keluaran dihasilkan dari gabungan banyak input budaya dan sistem.
2. Output tunduk pada variasi alami. Dengan kata lain, tidak ada yang berbeda dan mungkin masih berbeda dari waktu ke waktu.
3. Fokus eksklusif pada ukuran keluaran dapat memfasilitasi kepuasan dan reaksi impuls.

Output bergantung pada budaya organisasi dan sistem yang ada di dalam budaya tersebut (lihat model sederhana gambar.34). Pada akhirnya *output* dapat dimanfaatkan sebagai ukuran kinerja yang akan menunjukkan bagaimana sistem dapat ditingkatkan. Adapun cara yang paling efektif dan konsisten untuk meningkatkan kinerja output adalah berfokus pada faktor hulu yang secara langsung mempengaruhi hasil. Kemudian setelah dipahami,

organisasi dapat menerapkan perubahan pada proses hulu yang memiliki probabilitas lebih tinggi untuk mempengaruhi kinerja output.



Gambar.34 Model sederhana hasil bergantung pada budaya dan sistem

Pengukuran kinerja kesehatan dan keselamatan, dengan melihat tingkat cedera secara alami bervariasi. Untuk mengetahui dengan jelas pengukuran kinerja sudah tentu harus menentukan atau melihat batas-batas kontrol sistem kesehatan dan keselamatan. Batas ini terkadang dihitung dengan melihat jumlah kejadian per bulan kemudian menentukan batas atas dan bawah yang dihitung menggunakan metode statistik standar. Ketika hasil perhitungan alami menghasilkan output yang tak dapat dikendalikan, perwakilan manajemen akan dapat menjadi frustrasi.

Untuk mengukur secara efektif kinerja keselamatan yang menghasilkan kemajuan yang seimbang dan sekaligus memberikan kontrol nyata atas kemajuan tersebut, sangat penting untuk

mengenali bahwa keluaran adalah hasil kombinasi banyak faktor budaya dan sistemik. Portofolio pengukuran yang seimbang dengan informasi yang jelas dan bermanfaat tentang budaya, sistem, dan keluaran mengkatalisis perbaikan selanjutnya dalam ketiga langkah tersebut. Perlu diketahui bahwa merupakan hal yang sulit untuk dapat mengembangkan kriteria yang tepat untuk kinerja kesehatan dan keselamatan.

Pedoman umum yang secara efektif mengukur sistem hulu telah diusulkan dan diterapkan di perusahaan pertambangan progresif. Prosedur tersebut memberikan prediksi output kinerja keselamatan yang berarti. Ruang lingkup pengukuran harus mencakup keterlibatan karyawan dalam kinerja keselamatan, supervisor dan manajemen, serta efektivitas sistem. Dalam menghilangkan potensi cedera dan penyakit, partisipasi karyawan adalah salah satu kunci utama. Adapun alat ukurnya meliputi:

1. Persentase perilaku *on-the-job* yang aman, diukur berdasarkan daftar perilaku yang ditentukan
2. Jumlah jam yang dihabiskan dalam pelatihan kesehatan dan keselamatan secara teratur
3. Partisipasi dalam audit kesehatan dan keselamatan kerja dan investigasi insiden
4. Berapa kali karyawan memimpin rapat kesehatan dan keselamatan kerja
5. Penyelesaian tindakan korektif dari audit / investigasi dalam batas waktu yang ditentukan
6. Melaporkan dan menyelidiki kejadian nyaris meninggal
7. Penyelesaian analisis keselamatan kerja khusus untuk tugas pekerjaan
8. Jumlah waktu yang dihabiskan untuk mengamati perilaku sesama karyawan
9. Mempertahankan area kerja secara bersih dan teratur
10. Jumlah saran keselamatan yang diterapkan di tempat kerja
11. Melaporkan / memperbaiki kondisi yang tidak aman.

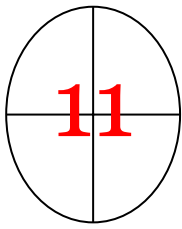
Pengukuran lebih penting pada tingkat supervisor/manajemen karena bagian ini memiliki rentang kendali dan pengaruh yang luas terhadap keseluruhan angkatan kerja dan juga berdampak langsung pada keselamatan secara keseluruhan. Pengukuran yang disarankan dapat meliputi:

1. Jumlah audit kesehatan dan keselamatan dilakukan dalam jangka waktu yang ditentukan.
2. Jumlah rapat kesehatan dan keselamatan kerja yang diselenggarakan.
3. Mutu rapat kesehatan dan keselamatan yang diselenggarakan, ditentukan oleh persepsi karyawan.
4. Persentase investigasi insiden dalam jangka waktu yang ditentukan.
5. Persentase item tindakan dari audit atau investigasi yang dikoreksi dalam waktu yang ditentukan.
6. Jumlah kontak keselamatan satu banding satu antar karyawan.
7. Persentase perilaku aman dalam kelompok penambang atau pekerja.
8. Persentase karyawan dengan pelatihan kesehatan dan keselamatan yang lengkap dan terkini.
9. Jumlah kekurangan dalam departemen / divisi yang ditentukan oleh auditor eksternal.
10. Jumlah insiden nyaris meninggal dilaporkan dan diselidiki.
11. Jumlah jam yang dihabiskan dalam pelatihan manajemen keselamatan dan kesehatan kerja.
12. Frekuensi komunikasi kesehatan dan keselamatan di bagian divisi department.
13. Persentase tujuan kesehatan dan keselamatan tempat keberangkatan diperoleh.
14. Jumlah jam kerja pegawai di dalam divisi yang ikut serta dalam pelatihan keselamatan.
15. Persentase waktu yang digunakan untuk kegiatan kesehatan dan keselamatan.

Perusahaan terkadang menerapkan sistem kesehatan dan keselamatan dan mengharapkan proses berkembang tanpa menerapkan langkah-langkah untuk menentukan apakah ada dampak aktual yang dibuat. Pengukuran sistem dapat mencakup:

1. Analisis kecenderungan insiden berulang.
2. Pengurangan jumlah tindakan korektif yang diidentifikasi dalam audit kesehatan dan keselamatan kerja.
3. Peningkatan persentase perilaku aman dalam organisasi.
4. Jumlah saran kesehatan dan keselamatan yang diterima.
5. Waktu rata-rata untuk memperbaiki perintah kerja kesehatan dan keselamatan kerja.
6. Kualitas pelatihan kesehatan dan keselamatan kerja sebagaimana diidentifikasi oleh ujian pasca pelatihan.
7. Jumlah *near miss* dilaporkan dan diselidiki.
8. Tingkat keterlibatan kontraktor dalam sistem kesehatan dan keselamatan kerja.
9. Kompensasi pekerja.

BAB



ISU DUNIA PERTAMBANGAN



Gambar.35 Penambangan bawah tanah menggunakan mesin canggih-inovatif
(Praveen Duddu 2014)

Morbiditas dan mortalitas di sektor pertambangan setiap tahunnya terus mengalami peningkatan dari beberapa dekade terakhir. Hal ini terlihat dari peningkatan atau perbaikan secara terus-menerus pada bidang keselamatan dan kesehatan sektor pertambangan dari berbagai metrik.

Berikut berbagai studi ataupun referensi terkait yang ditemukan penulis terkait isu kontemporer seputar sektor pertambangan.

1. Dewan Penasehat Keselamatan Tambang Negara bagian Australia telah mengidentifikasi tujuh masalah kesehatan yang menjadi prioritas utama saat ini pada industri pertambangan dan perlu dilakukan tindakan pencegahan untuk mengurangi risiko berlanjut bagi pekerja, yakni
 - a. Debu yang dapat terhirup (misalnya batubara dan silika) dan partikulat diesel;
 - b. Kelelahan dan jam kerja;
 - c. Desain yang aman dari pabrik dan juga peralatannya;
 - d. Gangguan musculoskeletal;
 - e. Bullying dan pelecehan;
 - f. Kesejahteraan (kesehatan mental & faktor gaya hidup); dan
 - g. Rencana pengendalian bahaya kesehatan yang sistematis (NSW.Gov 2017).

2. Menurut Safety Institute of Australia (2017), terdapat amandemen terkait undang-undang pertambangan yang diperkenalkan Menteri Energi dan Sumber Daya Alam Queensland yang diharapkan efektif dan kontemporer. Seperti:
 - a. Operator tambang yang gagal mempertahankan pekerja mereka secara aman akan menghadapi hukuman denda hingga \$126,150.
 - b. Setiap pekerja memiliki hak untuk pergi bekerja dengan harapan pulang ke rumah dengan aman sampai ke keluarga mereka pada akhir hari, ini diwajibkan berlaku bagi pekerja di tambang Queensland.
 - c. RUU turut mengusulkan wewenang baru untuk menunda atau membatalkan sertifikat otoritas dan eksekutif senior pejabat perorangan yang bersangkutan jika mereka gagal memenuhi kewajiban atas keselamatan dan kesehatan.

3. Sejak Juni 2008, pemerintah terkait pertambangan bagian Ontario sebenarnya telah melakukan 731.405 kunjungan lapangan dan 90 blitz inspeksi dari sekitar 40 tambang bawah tanah dan ribuan tambang permukaan, dengan sekitar 26.000 pekerja. Pemilik yang tidak memenuhi standar keselamatan kerja yang tercantum dalam Undang-Undang Kesehatan dan Keselamatan Kerja akan mendapat hukuman maksimal yang mungkin dikenakan untuk hukuman Kesehatan dan Keselamatan Kerja yakni sebesar \$500.000 terhadap korporasi dan \$25.000 untuk perorangan.

Hal ini semata-mata untuk melindungi kesehatan dan keselamatan kerja mereka. Namun, sebagai bukti pentingnya peran pemerintah terkait keselamatan dan kesehatan para pekerja dan untuk meningkatkan dan memastikan pekerja tambang aman dalam pekerjaan, pihak pemerintah telah meluncurkan kembali program terbaiknya yakni *Summer Workplace Inspection Blitzes*. Blitz penegakan hukum ini merupakan bagian dari komitmen provinsi untuk menjaga pekerja tetap aman dalam bekerja. Program ini dilaksanakan mulai 1 Juli sampai 31 Agustus 2017, dengan memperhatikan atau menilai terkait:

- a. Memeriksa bahwa pemilik mematuhi undang-undang dan peraturan kesehatan dan keselamatan kerja;
 - b. Meningkatkan kesadaran akan bahaya yang melibatkan paparan di tambang dan pabrik pertambangan
 - c. Mencegah luka dan penyakit yang bisa timbul dari praktik kerja yang tidak aman (Ministry of Labour Ontario, 2017).
4. Menurut Praveen Duddu tujuh teknologi inovatif untuk dapat mencegah kecelakaan pertambangan yang di terbitkan pada media online *Mining-technology.com* yakni;
 - a. Teknologi pemantauan dan pengendalian metana

Ledakan gas metana merupakan salah satu penyebab paling umum terjadinya bencana di tambang batubara. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengendalikan metana melalui ventilasi yang memadai. Untuk mendeteksi tingkat gas metana, peralatan pertambangan batubara direkomendasikan untuk dilengkapi dengan monitor metana agar mesin dan listrik *shut off* secara otomatis begitu tingkat metana mencapai 1,5%. Detektor metana berbasis sensor yang dikembangkan baru-baru ini yang menggunakan teknologi identifikasi frekuensi radio (RFID) dapat digunakan di bagian tambang batu bara. Adapun Amerika Serikat-*based Tunnel Radio*, telah mengembangkan sistem deteksi nirkabel untuk memantau gas metana dan karbon dioksida (CO₂). Ini terdiri dari alat penginderaan gas yang mudah dipasang dan sesuai untuk aplikasi bertenaga baterai. Perangkat dapat membaca dan mengirim hasil tingkat gas yang tepat ke sistem komputer secara terus menerus.

b. Teknologi pemantauan dan pengendalian debu

Penumpukan debu di daerah penambangan bawah tanah merupakan penyebab utama ledakan tambang batu bara. Penghirupan debu silika dan batubara juga menimbulkan bahaya kesehatan yang serius bagi para penambang. Penggunaan ventilator udara dan semprotan air, dan pembersihan debu batubara yang terbaring di permukaan adalah beberapa teknik dasar untuk mencegah ledakan debu batubara. Sebuah *array of dust-buster agents* termasuk pengikat, busa dan antioksidan juga sedang dikembangkan untuk mengurangi kemungkinan bahaya terkait debu batubara. Teknologi CoalPlus yang baru diluncurkan oleh GE, misalnya, dapat mengurangi debu batubara hingga 90% pada operasi penambangan batubara yang berbeda.

Coal dust explosibility meter (CDEM), portabel dan alat genggam untuk pemantauan perbandingan antara tingkat debu batubara dan debu batu di tambang bawah tanah, saat ini telah tersedia di pasar. Perangkat yang awalnya dikembangkan oleh *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) sedang dikomersialkan oleh *Sensidyne*. *Personal dust monitors* (PDM) juga telah dikembangkan untuk memberi para penambang alat untuk melacak pemaparan debu batubara yang dapat dihirup secara *real-time*.

c. Penambangan bawah tanah otomatis

Saat ini, berbagai perusahaan pertambangan di seluruh dunia telah atau sedang menggunakan atau mempertimbangkan untuk menggunakan teknologi pertambangan otomatis. Penambangan bawah tanah otomatis ini diharapkan merupakan teknologi yang paling efektif untuk mencegah kecelakaan yang fatal di penambangan, baik pengeboran, peledakan, pemuatan dan pengangkutan.

Tambang berlian De Beers Finsch di Northern Cape, Afrika Selatan, tambang tembaga El Teniente Codelco di Chile dan Tambang Barat Anglambang Rio Tinto di wilayah Pilbara, Australia, termasuk di antara tambang bawah tanah pertama yang mengadopsi sistem pengangkutan dan pengangkutan otomatis. BHP Billiton juga telah mulai melakukan percobaan truk tanpa sopir dan pusat operasi jarak jauh otomatis untuk operasi bijih besi di wilayah Pilbara, Australia. Rio Tinto telah mengumumkan bahwa mereka akan menerapkan sistem otomasi bawah tanah terbesar di dunia untuk operasi blok caving di tambang berlian bawah tanah Argyle.

d. Teknologi pencegahan *Rock -falls*

Batu dan atap jatuh merupakan salah satu penyebab paling umum kecelakaan pertambangan bawah tanah. Langkah-langkah pencegahan dasar untuk mencegah kecelakaan tersebut dilakukan selama persiapan desain tata letak pertambangan dengan tujuan meminimalkan dampak bahaya geologi potensial. Beberapa tambang pit besar juga menggunakan sistem pengawasan elektronik yang memeriksa batuan longgar dan retakan tegangan untuk mencegah batu jatuh dari dinding tinggi.

Automated Temporary Roof Support (ATRS), Mobile Roof Supports (MRS), dan sistem penguncian atap otomatis yang melibatkan batu batuan injeksi otomatis adalah beberapa teknologi baru yang memberikan perlindungan terhadap cedera tersebut. Perusahaan seperti Fletcher, JOY, Hilti dan Orica berada di garis terdepan dalam memproduksi berbagai solusi terkait permasalahan tersebut. *Paste backfill* dinyatakan, merupakan teknologi yang menjanjikan yang mampu mencegah atap jatuh secara efektif di tambang bawah tanah.

e. Deteksi kedekatan dan peringatan tabrakan

Tabrakan antar mesin dan personel merupakan salah satu penyebab kecelakaan umum di tambang bawah tanah dan juga tambang terbuka. Olehnya teknologi deteksi jarak dapat dipasang pada mesin bergerak untuk mendeteksi keberadaan personil atau mesin dalam jarak tertentu dari mesin.

NIOSH telah mengembangkan sistem peringatan jarak jauh yang aktif, yang disebut Hazardous Area Signaling and Ranging Device (HASARD), untuk memperingatkan pekerja melalui indikator visual, audible dan getaran saat mereka mendekati area berbahaya di sekitar peralatan pertambangan. Caterpillar juga telah mengembangkan

teknologi pendeteksian yang disebut *Cat Detect Personnel* yang merupakan salah satu dari lima sub-modul manajemen tambang terpadu. Teknologi yang melibatkan tag RFID yang dipakai para pekerja dan detektor dipasang di atas mesin untuk memperingatkan operator dengan indikasi audio dan visual kemungkinan benturan, kecepatan, atau putaran.

f. Sistem *permit-to-work* terkomputerisasi

Pengelolaan sistem ijin yang efektif sangat penting untuk keselamatan karena melacak otorisasi dan kompetensi karyawan sambil mengidentifikasi risiko utama terkait pada pekerjaan tertentu.

Sistem *permit-to-work* yang terkomputerisasi mengumpulkan semua dokumentasi yang diperlukan untuk jenis pekerjaan tertentu, dengan mempertimbangkan bahaya yang teridentifikasi dan tindakan pencegahan yang harus diambil oleh pekerja, serta sangat membantu memastikan keselamatan tambang di tingkat otorisasi kerja. ApplyIT, sebuah perusahaan perangkat lunak Afrika Selatan, misalnya, telah mengembangkan sistem otentikasi izin kerja yang disebut IntelliPERMIT yang mengintegrasikan semua aspek izin kerja, kontrol akses dan penilaian risiko, melacak tingkat otorisasi setiap karyawan di tempat kerja, dan ikatan yang memungkinkan akses kontrol dengan identifikasi sidik jari biometrik. IntelliPERMIT telah dipasang di tambang Boddington Newmont Mining Corporation di Australia.

g. Pemantauan kelelahan

Gangguan yang disebabkan oleh jam kerja yang panjang membuat kelelahan pada supir truk dan operator mesin di lokasi tambang yang dapat menimbulkan suatu insiden yang tidak diinginkan. Teknologi mikro yang mampu terus-menerus mendeteksi kelelahan dan kondisi tertidur sangatlah penting dan sangat membantu dalam mencegah kecelakaan tersebut.

Seeing Machine, perusahaan Australia, telah mengembangkan sistem pemantauan kelelahan yang disebut *Driver Safety System* (DSS) dengan menggunakan teknologi pelacakan yang dipatenkan. DSS terdiri dari kamera *dash-mount* yang terus-menerus mendeteksi kelelahan dan gangguan di mata para pengemudi (Praveen Duddu 2014).

5. Diluar dari isu keselamatan dan kesehatan, topik reklamasi merupakan permasalahan yang turut perlu dipertimbangkan dalam permasalahan di sektor tambang, seperti halnya uraian pada Bab 2 terkait pentingnya perencanaan reklamasi yang harus tertata dengan baik, dimana ketika reklamasi tidak diorganisir dengan baik maka akan berdampak buruk pada sumber air di sekitar wilayah tambang dalam jangka panjang, erosi tanah, masalah kesehatan pada penduduk setempat, dan sebagainya, sehingga isu terkait reklamasi masih menjadi poin penting di sektor pertambangan. Berdasarkan Analisa yang dilaksanakan Cheng and Skousen (2017) terkait perbandingan sistem reklamasi tambang secara internasional dengan rekomendasi dari negara China menemukan, Amerika Serikat memiliki sistem reklamasi yang lebih matang dan terpadu daripada tiga negara lainnya (Kanada, Australia, Cina). Amerika Serikat dianggap sangat berhasil dalam membantu perusahaan bertanggung jawab atas kewajiban reklamasi, dimana lebih dari 80% tanah terganggu sejak tahun 1977 telah direklamasi. Menurut Cheng and Skousen, sebagai negara yang menerapkan sistem reklamasi tambang baru-baru ini, China dapat mengadopsi undang-undang dan peraturan yang dapat bekerja dengan baik dari pengalaman negara lain dan memperbaiki banyak aspek sistem ikatan reklamasi termasuk berlakunya undang-undang dan peraturan nasional, menciptakan sebuah peraturan nasional otoritas administratif, perluasan jenis obligasi, metode perhitungan obligasi

pemersatu untuk menentukan ukuran obligasi, menetapkan kriteria pelepasan obligasi, dan memungkinkan partisipasi masyarakat penuh dalam sistem reklamasi. Namun, bukan hanya Cina yang dapat mengadopsi segala regulasi yang bermanfaat atas sistem reklamasi yang diterapkan, sejumlah negara pun dapat menjadikan berbagai acuan terbaik agar sistem reklamasi di wilayah tambang dapat selesai dan berhasil. Berikut tabel perbandingan yang dijabarkan Cheng and Skousen (2017) dalam jurnal *Comparison of international mine reclamation bonding systems with recommendations for China*.

Tabel.16 Perbandingan Sistem Reklamasi

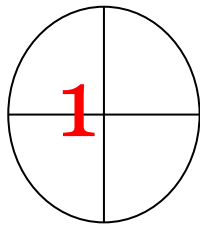
Jenis	Amerika Serikat	Kanada	Australia	Cina
Hukum dan Aturan	Surface Mining Control and Reclamation Act (SMCRA) dengan undang-undang negara yang menyertainya sekurang-kurangnya sama ketatnya dengan hukum nasional	Tidak ada undang-undang dan peraturan nasional yang spesifik. Setiap provinsi atau wilayah memiliki hukum sendiri	Tidak ada undang-undang dan peraturan nasional yang spesifik. Setiap negara memiliki hukum sendiri	Tidak ada undang-undang dan peraturan nasional yang spesifik. Setiap provinsi punya sendiri
Otoritas administratif	Badan reklamasi negara tambang, dengan pengawasan oleh OSMRE federal. Keadaan non-primacy secara langsung dikelola oleh	Tidak ada otoritas administratif nasional, masing-masing provinsi memiliki kewenangan administrasinya sendiri	Tidak ada otoritas administratif nasional, masing-masing negara memiliki kewenangan administrasinya sendiri	Tidak ada otoritas administratif nasional, obligasi dikelola oleh departemen lahan dan sumber daya pada atau di atas tingkat kabupaten di

Jenis	Amerika Serikat	Kanada	Australia	Cina
	OSMRE			setiap provinsi
Jenis obligasi	Jenis obligasi utama meliputi uang tunai, surat jaminan perusahaan, ikatan pribadi, sertifikat deposito, kepentingan pertama di bidang real estat, surat kredit, obligasi federal, negara bagian, atau kota, surat berharga tingkat investasi dll. Beberapa negara bagian menggunakan <i>bond pool</i> dan <i>trust fund</i>	Jenis obligasi berbeda antar provinsi dan wilayah, namun mencakup kas, <i>letter of credit</i> , obligasi penjaminan perusahaan, obligasi pemerintah, dana perwalian, jaminan perusahaan, sekuritas investment grade dll.	Jenis obligasi berbeda antar negara, tapi termasuk uang tunai, <i>letter of credit</i> , bank garansi, obligasi asuransi, dll. Beberapa negara bagian menggunakan Dana Rehabilitasi Pertambangan	Hanya provinsi Shandong yang mengizinkan obligasi non-tunai. Semua provinsi lain hanya menggunakan uang tunai
Ukuran obligasi	Jumlah obligasi akan cukup untuk melibatkan kontraktor pihak ketiga untuk menyelesaikan rencana reklamasi, dan mencerminkan skenario terburuk	Sebagian besar provinsi dan wilayah tidak menghitung jumlah jaminan keamanan sama dengan biaya reklamasi penuh	Ikatan tersebut tidak mencerminkan biaya sebenarnya	Tidak lebih rendah dari biaya reklamasi biaya pengobatan
Metode kalkulasi	Disutradarai oleh Handbook untuk	Berbeda antar provinsi dan teritori	Berbeda antar negara	Tidak ada metode perhitungan terpadu,

Jenis	Amerika Serikat	Kanada	Australia	Cina
	Perhitungan Jumlah Obligasi Reklamasi, yang ditulis oleh OSMRE			berbeda antar provinsi
<i>Bond release</i>	Pelepasan bertahap dengan kriteria reklamasi yang jelas	Terutama rilis satu kali pada penutupan	Terutama rilis satu kali pada penutupan	Pelepasan satu kali jika waktu izin di bawah 3 tahun. Pelepasan bertahap melampaui 3 tahun, namun tidak ada kriteria untuk setiap fase atau kriteria tidak jelas
Partisipasi publik	Ditetapkan oleh SMCRA	Partial partisipasi masyarakat	Partial partisipasi masyarakat	Tidak ada partisipasi publik

Kohler (2015) dalam penelitiannya menyimpulkan, solusi dari setiap sistem keselamatan pekerja adalah dengan mempelajari hasil penelitian multidisiplin untuk mempelajari, memahami, dan mengajukan solusi atas masalah yang kompleks pada industri. Pendekatan desain yang paling utama sudah tentu yang berpusat pada manusia dalam menyusun solusi keselamatan dan kesehatan. Dengan memahami seluruh sumber bahaya di pertambangan diharapkan akan terwujud keberhasilan penerapan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja serta akan memberikan kontribusi pada peningkatan kinerja. Olehnya segala bentuk penelitian sekalipun hanya *basic research* harus diakui dan dihargai.

BAB



P3K DI PERTAMBANGAN



Gambar.36 Penambang menikmati istirahat makan siang di ruang boks darurat di salah satu tambang bawah tanah Illawarra Coal di Australia

Source: <https://science.howstuffworks.com/engineering/structural/underground-mining.htm>

Pekerja dan atasan harus dapat merespon dengan cepat terhadap insiden dan kecelakaan dan memberikan pertolongan pertama dan perawatan dasar kepada orang-orang yang terluka. Perawatan pertolongan pertama yang cepat dapat mencegah kerusakan kesehatan serius lebih lanjut atau bahkan kehilangan

nyawa orang-orang yang terluka. Operator pertambangan harus memastikan bahwa kit pertolongan pertama yang sesuai, rutin diisi ulang dan dipelihara dengan benar disediakan di lokasi yang strategis dimana operasi penambangan dilakukan. Kit pertolongan pertama harus mudah diakses dan siap digunakan kapan saja sementara ada orang yang bekerja.

Peralatan minimum yang diperlukan untuk memastikan perawatan pertolongan pertama yang memadai di lingkungan pertambangan mencakup:

1. Tandu untuk mengangkut orang yang tidak dapat berjalan;
2. Selimut untuk orang-orang yang *shock*;
3. Perban yang cukup dan *dressing* steril untuk luka terbuka pada anggota badan, tubuh dan kepala;
4. *Splints* untuk fraktur anggota badan;
5. Desinfektan;
6. Bahan pertolongan pertama lainnya yang mungkin diperlukan karena sifat pekerjaan dan direkomendasikan oleh dokter yang kompeten. Peralatan minimum yang diperlukan untuk memastikan perawatan pertolongan pertama yang memadai harus mencakup:

Dimanapun letak tambangnya petugas medis ataupun pihak terkait harus segera menangani korban atas kecelakaan kerja, adapun tindakan yang diperlukan dan harus segera dilakukan yakni:

1. Pindahkan pekerja tambang yang terluka ke tempat yang aman untuk perawatan pertolongan pertama.
2. Menghilangkan bahaya lebih lanjut yang timbul dari kejadian tersebut.

Setiap pekerja yang terlibat dalam operasi penyelamatan harus berhati-hati terhadap keselamatan dan kesehatan dirinya sendiri dan tidak membahayakan diri mereka dengan tidak melakukan tindakan terburu-buru di mana ada risiko yang tidak diketahui. Perlu diingat bahwa, tidak ada orang yang boleh memasuki daerah dimana terjadi

kecelakaan, kecuali bila telah dilakukan tindak lanjut dengan aman dan izin tertulis diberikan oleh atasan tertinggi atau setempat yang berkompeten.

Setiap luka pada pekerja tambang, bagaimanapun kecilnya, harus dilaporkan kepada orang yang bertanggung jawab atas pertolongan pertama di tambang untuk diperiksa dan diobati sebelum orang yang cedera tersebut kembali bekerja atau meninggalkan tambang. Pengaturan harus dilakukan untuk mengangkut orang yang terluka atau sakit ke rumah sakit atau fasilitas medis lain yang sesuai, misalnya melalui kerja sama antara lokasi tambang di tempat terdekat (Walle, Jennings, and Walle, 2001).

A. Langkah-Langkah untuk Perawatan Darurat

1. Tunggu

Jangan terburu-buru mengambil tindakan perawatan, dikarenakan korban mungkin masih *shock* atau ada bahaya lain di sekitar korban. Cobalah untuk tetap tenang dan menilai situasi di sekitar korban. Cobalah untuk membuat orang lain di sekitar tetap tenang juga.

- a. Ketahuilah, dari mana asal luka itu bisa terjadi?
- b. Apakah aman untuk menolongnya dengan jalan yang sama pada umumnya?
- c. Setelah semua keadaan aman, barulah kemudian dekati orang yang terluka namun tetap memperhatikan kondisi jalan yang akan dijalani.

2. Pindahkan orang yang terluka

Bawa orang yang terluka tersebut ke tempat yang aman, sekalipun dengan menyeretnya (selalu perhatikan kondisi jalan/jalur yang akan dilalui. Sebaiknya terdapat orang yang dapat segera berkoordinasi dengan orang yang bertanggung jawab dalam menangani korban. Tandu sederhana dapat dibuat segera.

3. Jaga jalur napas korban

Jika pernapasannya terdengar bising, posisi kepala harus diposisikan tampak pada gambar 37 untuk menjaga jalan nafas. Orang yang terluka mungkin tidak sadarkan diri. Jika terjadi muntahan posisikan korban tampak gambar 38, sehingga jika terjadi muntah, muntah tidak akan masuk ke paru-paru. Jaga agar pasien tetap hangat dan kering, serta terlindungi dari lalat.



Gambar.37 Posisi kepala agar memberikan jalan



Gambar.38 Korban yang terluka dimiringkan ke satu sisi sehingga muntah tidak akan masuk ke paru-paru

4. Hentikan pendarahan

Gunakan pakaian tebal yang digulung untuk mengikat luka yang berdarah dengan perban yang terbuat dari potongan pakaian, ini disebut *a pressure dressing*, jangan gunakan tourniquet (sebilah kain atau karet yang dipilin ketat dengan stik untuk mematiskan sirkulasi). Dapat digunakan jika tekanan lokal tidak menghentikan pendarahan, dan hanya sebagai upaya terakhir ketika menggunakan *tourniquet*, karena hal ini dapat menyebabkan kematian seluruh anggota badan.

5. Cuci luka

Bersihkan luka dari kotoran, bilas dengan air yang diambil dari ember atau cangkir. Cegah kotoran lebih lanjut masuk ke luka dengan menutupinya dengan kain bersih.

6. *Keep wounds wet*
Jangan biarkan luka menjadi kering. Simpan kain basah di atas luka setelah dicuci

7. *Splint limb*
Bidai kaki dengan kayu panjang atau koran yang tergulung kuat. Namun, jangan sampai mengikatnya terlalu rapat.

8. Lihat/perhatikan lagi
Carilah cedera lainnya, dan hindari cedera pada diri sendiri. Misalnya, perhatikan tulang-tulang korban jika ada patahan lainnya atau darah yang mungkin terinfeksi (mengingat bahaya infeksi HIV dari darah).

9. Laporan
Tulislah catatan tentang apa yang telah terjadi pada korban. Usahakan catatan tersebut di bawa serta pada pasien agar menjadi informasi dasar untuk pertolongan selanjutnya. Informasi ini berupa:
 - a. Dimana cedera terjadi (sedetail mungkin yang dipahami terkait lingkungan tambang tempat pekerja beraktivitas kerja);
 - b. Saat cedera terjadi (Berapa lama korban mungkin tidak mendapat pertolongan);
 - c. Bagian tubuh yang diketahui luka (pasien mungkin menggambarkan rasa sakit, dll);
 - d. Apakah telah terjadi perubahan kondisi pasien sejak cedera terjadi; dan
 - e. Apa yang telah Anda lakukan untuk membantu pasien (misalnya, memasang perban, memberi obat-obatan, dsb).

10. Transportasi
Atur transportasi langsung dengan cara tercepat ke pusat kesehatan atau rumah sakit terdekat (IPPNW 2015).

B. Saran Dasar Pertolongan Pertama di Tempat Kerja

Adapun saran dasar yang di kemukakan *Health and Safety Executive* tahun 2011 dalam pertolongan pertama atas kecelakaan yang dapat dilakukan di tempat kerja yakni;

1. Membuka jalan napas

- a. Letakkan tangan Anda di dahi korban dan dengan lembut miringkan kepala korban ke belakang;
- b. Angkat dagu dengan dua ujung jari.



Gambar.39 Cara membuka jalan napas

2. Perhatikan Pernafasan

Perhatikan, dengarkan dan rasakan pernapasan normal jika tidak lebih dari 10 detik:

- a. Perhatikan gerakan dada;
- b. Dengarkan suara korban dalam bernafas;
- c. Rasakan udara di pipimu



Gambar.40 Mendengarkan napas

Jika korban bernafas normal:

- a. Tempatkan dalam posisi pemulihan;
- b. Berikan bantuan secepatnya pada tim medis;
- c. Periksa terus pernapasan.

Jika korban tidak bernafas normal:

- a. Mendapatkan bantuan segera dari tim medis/ yang mengetahui setidaknya masalah *first aid*
- b. Mulailah penekanan dada (lihat CPR).

3. Memulai penekanan dada

- a. Berilah tekanan di atas dada korban dengan lengan lurus, tekan bagian tengah dada 5-6 cm, lalu lepaskan tekanannya;
- b. Ulangi dengan kecepatan sekitar 100-120 menit;

- c. Setelah 30 tekanan buka jalan napas lagi;
- d. Tutup pada ujung hidung korban dengan membiarkan mulut terbuka;
- e. Ambil napas normal dan letakkan mulut Anda di sekitar mulut korban, usahakan jangan sampai ada aliran yang terbuang percuma pada saat memberi bantuan napas melalui *mouth to mouth*;
- f. Awasi hingga dada naik;
- g. Lepaskan mulutmu dari korban dan perhatikan dadanya;
- h. Jika korban belum sadarkan diri berikan napas kedua dan kemudian mulai 30 penekanan lagi tanpa penundaan;
- i. Lanjutkan dengan penekanan dada dan napas penyelamatan dengan perbandingan 30: 2 sampai korban mulai bernapas dengan normal.

4. Perdarahan yang parah

Jika terjadi perdarahan hebat:

- a. Terapkan tekanan langsung pada luka;
- b. Tinggikan posisi bagian tubuh yang mengalami cedera agar transportasi aliran darah lancar (kecuali rusak); dan
- c. Berikan balutan dan perban dengan kuat pada luka.

5. *Broken bones and spinal injuries*

Jika ada patah tulang atau cedera tulang belakang, segera hubungi bantuan medis. Jangan memindahkan korban kecuali jika mereka dalam bahaya di sekitarnya.

6. Luka bakar

Jika terjadi luka bakar serius, segeralah cari pertolongan medis. Pada tubuh korban yang luka sebaiknya diberikan air dingin sampai rasa sakit terasa lega. Pendinginan menyeluruh mungkin memakan waktu 10 menit atau lebih, tapi jangan sampai menunda membawa korban ke rumah sakit. Bahan kimia tertentu dapat menyebabkan

iritasi atau kerusakan kulit. Luka bakar lainnya pun harus dialiri air selama 20 menit. Lanjutkan pengobatan bahkan dalam perjalanan ke rumah sakit, jika perlu. Lepaskan pakaian yang terkontaminasi yang tidak menempel pada kulit.

7. Luka mata

Semua cedera mata berpotensi serius. Jika ada sesuatu memasuki mata, cuci mata dengan air bersih atau cairan steril dari wadah tertutup rapat, untuk menghilangkan material. Jangan mencoba untuk menghapus apapun yang tertanam di mata. Jika yang masuk ke mata adalah bahan kimia, aliri mata dengan air atau cairan steril setidaknya selama 10 menit, sambil dengan lembut menahan kelopak mata terbuka. Mintalah korban untuk memegang bantalan di atas mata yang terluka dan segera larikan ke rumah sakit (Health and Safety Executive, 2011).

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A. 2015. "Onset of Silicosis among Sandstone Mine Workers in Rural Rajasthan, India." *Journal of Thoracic Oncology* 10 (9):S736–37. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4655.7604>.
- American Geosciences Institute. 2014. "What Are Environmental Regulations on Mining Activities?" 2014. <https://www.americangeosciences.org/critical-issues/faq/what-are-regulations-mining-activities>.
- Asha, Bernadzar, Army Rosamia, Isa Ma, Anita Dewi, and Prahastuti Sujoso. 2015. "Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Di Penambangan Pasir Kabupaten Lumajang (Risk Analysis of Occupational Health and Safety in Sand Mining of Lumajang)." *Artikel Ilmiah Universitas Jember*.
- Australian Government. 2016. "Risk Management." Australia.
- Barclays. 2011. "Environmental and Social Risk Management." London, Britania Raya.
- Botha, Doret, and Freek Cronjé. 2015. "Occupational Health and Safety Considerations for Women Employed in Core Mining Positions." *SA Journal of Human Resource Management* 13 (1):1–12.
- BPJS Ketenagakerjaan. 2016. "Jumlah Kecelakaan Kerja Di Indonesia Masih Tinggi." Jakarta: Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Ketenagakerjaan. 2016. <http://www.bpjsketenagakerjaan.go.id/berita/5769/Jumlah-kecelakaan-kerja-di-Indonesia-masih-tinggi.html>.
- CCOHS. 2005. "Hazard and Risk." 2005. https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/hazard_risk.html.
- CDC. 2016. "Mining Topic: Ergonomics and MSD Prevention." 2016. <https://www.cdc.gov/niosh/mining/topics/ergonomicsandms>

- dprevention.html.
- . 2017. "Heat Stress." 2017. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/heatstress/default.html>.
- Chen, Weihong, Yuewei Liu, Haijiao Wang, Eva Hnizdo, Yi Sun, Liangping Su, Xiaokang Zhang, et al. 2012. "Long-Term Exposure to Silica Dust and Risk of Total and Cause-Specific Mortality in Chinese Workers: A Cohort Study." *PLoS Medicine* 9 (4).
- Cheng, Linlin, and Jeffrey G. Skousen. 2017. "Comparison of International Mine Reclamation Bonding Systems with Recommendations for China." *International Journal of Coal Science and Technology* 4 (2). China Coal Society:67-79.
- Chuahan, Neha. 2013. "Safety and Health Management System in Oil and Gas Industry." <http://www.wipro.com/documents/safety-and-health-management-system-in-oil-and-gas-industry.pdf>.
- Copper Development Association. 2003. "Copper Mining and Extraction: Sulfide Ores." 2003. <http://copperalliance.org.uk/education-and-careers/education-resources/copper-mining-and-extraction-sulfide-ores>.
- Davies, Margaret Orourke, Ged Bailes, and Jasson. 2006. "Risk Assessment and Management," no. 4.
- Department of Mines and Petroleum. 2010. "Prevention of Musculoskeletal Disorders from Performing Manual Tasks in Mining Workplaces." Australia.
- Dhillon, B.S. 2010. *Mine Safety*. Ontario, Canada: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-84996-115-8>.
- Dobson, Jessica A., Diane L. Riddiford-Harland, Alison F. Bell, and Julie R. Steele. 2018. "Are Underground Coal Miners Satisfied with Their Work Boots?" *Applied Ergonomics* 66:98-104. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.08.009>.
- Dorin, Ioana, Cristina Diaconescu, and Dan Ioan Topor. 2014. "The Role of Mining in National Economies." *International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and*

- Management Sciences* 4 (3):155–60.
- ELAW. 2010. *Guidebook for Evaluating Mining Project EIAs*. Vol. 53. USA: Environmental Law Alliance Worldwide (ELAW). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Elgstrand, Kaj, Eva Vingård, Ed Kaj Elgstrand, Eva Vingård Arbete och Hälsa, Maria Albin, Lund Lotta Dellve, Stockholm Henrik Kolstad, et al. 2013. *Occupational Safety and Health in Mining - Anthology on the Situation in 16 Mining Countries. Arbete Och Hälsa*. Vol. 47. <http://www.amm.se/aoh>.
- Geoff Simpson, Horberry, Jim Joy. 2009. *Understanding Human Error In Mine Safety*. United Kingdom: MPG Books Group.
- Geology.com. 2009. "Limestone." 2009. <http://geology.com/rocks/limestone.shtml>.
- , 2011. "Uses of Lead." 2011. <http://geology.com/usgs/lead/>.
- , 2012. "Bauxite: The Principal Ore of Aluminum." 2012. <http://geology.com/minerals/bauxite.shtml>.
- Goelzer, B., H. Colin, and A. Gustav. 2001. *Occupational Exposure to Noise: Evaluation, Prevention and Control. Federal Institute for Occupational Safety and Health, Dortmund*. New York: World Health Organization (WHO). <https://doi.org/10.1002/ejoc.201200111>.
- Gyamfi, Charles Kwame R., Isaac Amankwaa, Frank Owusu Sekyere, and Daniel Boateng. 2016. "Noise Exposure and Hearing Capabilities of Quarry Workers in Ghana: A Cross-Sectional Study." *Journal of Environmental and Public Health* 2016.
- Hartman, Howard L.; Mutmansky, Jan M.; 2002. *Introduction to Mining. Introductory Mining Engineering*. Kanada: John Wiley and Sons.
- Health and Safety Executive. 2011. "Basic Advice on First Aid at Work." *HSE*, 2011.
- , 2015. "The Mines Regulations 2014" 149. <http://www.hse.gov.uk/pubns/priced/l149.pdf>.
- , 2016. "Work-Related Chronic Obstructive Pulmonary Disease

- (COPD) in Great Britain in 2016.” UK. <http://www.hse.gov.uk/statistics/causdis/copd/copd.pdf>.
- Hesperian Health Guides. 2012. *Pertambangan Dan Kesehatan*. California, Amerika: Hesperian.org.
- HSE. 2015. “Silicosis.” 2015. <http://www.hse.gov.uk/lung-disease/silicosis.htm>.
- ILO. 1991. *Safety and Health in Opencast Mines*. Geneva, Switzerland: International Labour Organization. <http://goo.gl/ueh69T>.
- . 2009. “Mining: A Hazardous Work.” 2009. http://www.ilo.org/safework/areasofwork/hazardous-work/WCMS_124598/lang--en/index.htm.
- . 2013. “Keselamatan Dan Kesehatan Kerja, Sarana Untuk Produktivitas.” Jakarta: Score.
- . 2016. *Safety and Health for Sandstone Mine Workers*. New Delhi: International Labour Organization. http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---asia/---ro-bangkok/---sro-new_delhi/documents/publication/wcms_462647.pdf.
- IndoHSE. 2012. “Hirarki Pengendalian Bahaya Untuk Pencegahan Kecelakaan Dan Penyakit Akibat Kerja.” 2012. <https://indohse.web.id/index.php/manajemen-k3/36-hirarki-pengendalian-bahaya-untuk-pencegahan-kecelakaan-dan-penyakit-akibat-kerja>.
- Indonesian Mining Association. 2016. “Pertambangan (Mining).” 2016. https://www.ima-api.com/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=8&Itemid=105&lang=id.
- IPPNW. 2015. “Primary Care Landmine Injuries.” Boston, Massachusetts, Amerika.
- Janet Torma Krajewski, Lisa J. Steiner, Burgess Limerick, and Robin. 2009. “Ergonomics Processes Implementation Guide and Tools for the Mining Industry,” no. February.
- Jeffrey, Mulyono. 2015. “Prospek Dan Tantangan Batubara Indonesia.” *Seminar Nasional Himpunan Mahasiswa Pertambangan Universitas Trisakti*, 11. <http://www.apbi-icma.org/wp->

- content/uploads/2015/07/Presentasi-Seminar-Bapak-Jeffrey-Mulyono1.pdf.
- Jerie, S. 2013. "Ergonomic Hazards Associated with Small Scale Mining in Southern Africa." *International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology* 15 (2):8–17.
- Jon Treen. 2015. "Improving Safety and Reducing Risks with Prevention through Design." *Stantec*, February 2015.
- Ju Kim, In. 2016. "Ergonomic Involvement for Occupational Safety and Health Improvements in the Oil and Gas Industry." *Journal of Ergonomics* 06 (03).
- Karmis, M. 2001. *Mine Health and Safety Management*. Colorado, USA: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. https://books.google.ie/books?id=q3lS_AFL4-QC.
- Kate Sommerville, Peter Cunningham, Clint Jenkins. 2007. "Mining Engineering." *Professional Careers in The Minerals Industry*.
- Kohler, Jeffery L. 2015. "Looking Ahead to Significant Improvements in Mining Safety and Health through Innovative Research and Effective Diffusion into the Industry." *International Journal of Mining Science and Technology* 25 (3). China University of Mining & Technology:325–32.
- Kontan. 2015. "Ini 5 Tambang Emas Terbesar Di Dunia." 2015. <http://ekonomi.kompas.com/read/2015/12/03/111619726/Ini.5.Tambang.Emas.Terbbesar.di.Dunia?page=all>.
- Kunda, Richard, Josè Frantz, and Farhana Karachi. 2013. "Prevalence and Ergonomic Risk Factors of Work-Related Musculoskeletal Injuries amongst Underground Mine Workers in Zambia." *Journal of Occupational Health* 55 (3):211–17.
- Lehmköster, Jan, Tim Schröder, and Dimitri Ladischensky. 2012. "Oil and Gas from the Sea." *Maribus gGmbH*, 47. http://worldoceanreview.com/wp-content/downloads/wor3/WOR3_chapter_1.pdf.
- Lu, JL. 2012. "Occupational Health and Safety in Small Scale Mining: Focus on Women Workers in the Philippines." *Journal of*

- International Women's Studies* 13 (3):103–13.
- Matetic, R J, Robert Randolph, and Peter G Kovalchik. 1996. "Hearing Loss in the Mining Industry: The Evolution of NIOSH and Bureau of Mines Hearing Loss Research." USA. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Ministry of Labour Ontario. 2017. "Protecting Mining Workers on the Job," 2017. <https://news.ontario.ca/mol/en/2017/06/protecting-mining-workers-on-the-job.html>.
- National Health Service. 2017. "Asbestosis Is a Serious Long-Term Lung Condition Caused by Prolonged Exposure to Asbestos." 2017.
- Nelson, G., and J. Murray. 2013. "Silicosis at Autopsy in Platinum Mine Workers." *Occupational Medicine* 63 (3):196–202.
- Nickelinstitute.org. 2011. "Where & Why Nickel Is Used - Nickel Institute." 2011. <https://www.nickelinstitute.org/NickelUseInSociety/AboutNickel/WhereWhyNickelIsUsed.aspx>.
- Ningsih, Retno, Ayu Raisa Azhar, and M Puspita Adi Paripurno. 2016. "Manajemen Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Dalam Praktikum Pengelasan (Studi Kasus : Di Welding Centre Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya)" 01 (November):103–8.
- NJDOH. 2013. "Tracking Silicosis in the New Jersey Mining Industry – What Have We Learned ?" New Jersey, Amerika.
- NSW.Gov. 2017. "Health Management Overview." 2017. http://www.resourcesandenergy.nsw.gov.au/miners-and-explorers/safety-and-health/topics/health-management#_contemporary-priority-health-issues.
- Occupational Health & Safety Training Centre. 2015. "Dermatitis & Other Skin Conditions." 2015.
- Olivia Lang. 2010. "The Dangers of Mining around the World." 2010. <http://www.bbc.com/news/world-latin-america-11533349>.
- Ontario Ministry of Labour. 2017. "Occupational Disease in Mines." 2017.

- OSHAcademy. 2016. "Oil and Gas Safety Management."
- Perpres RI. 1967. *Undang-Undang No.11 Tahun 1967 Tentang Ketentuan-Ketentuan Pokok Pertambangan*. Indonesia.
- PPID - Pemprov Kalteng. 2015. "Data Peraturan Perundang-Undangan Sektor Pertambangan." 2015. [ppid.kalteng.go.id/.../PERTAMBANGANUMUM/DATA PERATURAN /](http://ppid.kalteng.go.id/.../PERTAMBANGANUMUM/DATA PERATURAN/).
- Praveen Duddu. 2014. "Mining Safely – Innovative Technologies to Prevent Mining Accidents." *Mining-Technology.com*. 2014. <http://www.mining-technology.com/features/featuremining-safely-innovative-technologies-to-prevent-mining-accidents-4207131/>.
- Queensland Government. 2017. "Controlling the Risk of Dust Exposure to Workers in Mines." 2017. <https://www.business.qld.gov.au/industries/mining-energy-water/resources/safety-health/mining/hazards/dust/control>.
- Ramli, Soehatman. 2010. "Sistem Manajemen Kesehatan Dan Keselamatan Kerja OHSAS 18001." Dian Rakyat, Jakarta.
- Safety Institute of Australia. 2017. "New Laws Crack down on Mine Health & Safety in QLD." 2017. <https://www.sia.org.au/news-and-publications/news/new-laws-crack-down-mine-health-safety-in-qld>.
- Sandra Vasa-Sideris, PhD. 2015. "Advantages and Disadvantages of Energy Sources." *Southern Polytechnic State University*. Amerika Serikat. https://doi.org/http://homepages.spa.umn.edu/~larry/ADVANTAGE_DIS_ENERGY.pdf.
- Schutte, P C. 2005. "Ergonomics in the South African Mining Industry." *Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy* 105 (6):369–72.
- Suryanto. 2013. "Jamsostek: Setiap Hari 9 Meninggal Karena Kecelakaan Kerja." 2013. <https://www.antaranews.com/berita/360749/jamsostek-setiap-hari-9-meninggal-karena-kecelakaan-kerja>.
- Tabak, John. 2009. *Coal and Oil*. New York: Facts On File.

- The Climate and Finance Policy Centre. 2014. *China's Mining Industry at Home and Overseas: Development, Impacts and Regulation*. Cina: Greenovation Hub.
- Tim John Horberry, Robin Burgess-Limerick, Lisa J. Steiner. 2011. *Human Factors for the Design, Operation, and Maintenance of Mining Equipment*. London, New York: CRC Press, Taylor and Francis Group.
- U. S. Department of Labor. 2014. "Msha Handbook Series Coal Mine Safety and Health General Inspection" 1 (24).
- U.S. Department of Labor |. n.d. "A Compendium of Links to International Mining Law." Accessed November 21, 2017. https://arlweb.msha.gov/MINELINK/COMPEND/INTERMNG.HTM#.WhV_BzQRXIU.
- United States Department of Labor. 2017. "Silica Exposure of Underground Coal Miners." Mine Safety and Health Administration. 2017. https://arlweb.msha.gov/illness_prevention/healthtopics/hhicco2.htm.
- USGS. 2017. "Global Iron Ore Production Data; Clarification of Reporting from the USGS." *Mining Engineering*. Vol. 69. U.S. www.miningengineeringmagazine.com.
- Verma, Shikha, and Sharad Chaudhari. 2017. "Safety of Workers in Indian Mines: Study, Analysis, and Prediction." *Safety and Health at Work* 8 (3). Elsevier Ltd:267-75. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2017.01.001>.
- Verma, Shikha, and Mahendra Gupta. 2013. "Risk Assessment in Mining Industry." *International Journal of Mining and Mineral Engineering* 4 (4):312.
- Walle, Manfred, Norman Jennings, and Rita Walle. 2001. *SECTORAL ACTIVITIES PROGRAMME Safety: Health in Small-Scale Surface Mines*. Geneva: International Labour Office.
- Walser, G. 2000. "Economic Impact of World Mining." *The Uranium Production Cycle and the Environment* 2:86.
- WHO. 2017. "Asbestos: Elimination of Asbestos-Related Diseases."

2017.

- Widodo, and Aminuddin. 2011. "Upaya Peningkatan Perolehan Emas Dengan Metode Amalgamasi Tidak Langsung." *Buletin Geologi Tata Lingkungan* 21 (2):83-96.
- Workplace Safety North. 2014. "Workplace Safety North Health and Safety Report Mine Rescue Heat Stress Report Mine Rescue Heat Stress Report." Ontario, Kanada. www.workplacesafety.north.ca.
- Zimmisky, Paul. 2017. "2017 Global Natural Diamond Production Forecasted at 142M Carats Worth \$15.6B." Mining.com. 2017. <http://www.mining.com/web/2017-global-natural-diamond-production-forecasted-142m-carats-worth-15-6b/>.

PROFIL PENULIS



Lalu Muhammad Saleh, lahir di Kotaraja, 16 Agustus 1979 merupakan sosok yang terinspirasi pada dunia K3. Pendidikan penulis pada bidang *public health* terutama mendalami K3 sebagai konsentrasi yang didalamnya.

Penulis adalah seorang dosen di bagian Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin sejak tahun 2004 sampai sekarang. Penulis merupakan pemerhati di bidang K3, seperti K3 Penerbangan dan K3 Kelautan mengacu pada riset Disertasi penulis yang memfokuskan diri pada bidang K3 penerbangan terutama masalah *Safety Performance* pada karyawan *Air Traffic Controller* di Indonesia. Di samping itu penulis sebelumnya telah menulis buku berjudul K3 Penerbangan dan *Man Behind The Scene Aviation Safety* yang masing-masing telah diterbitkan di tahun yang sama yakni tahun 2017. Buku yang sudah di buat juga edisi pertama dalam bidang K3 kelautan dengan judul *Occupational Safety and Health on Maritime Workers*.

Selain aktif mengajar dan menulis buku, penulis aktif pada temu ilmiah nasional dan internasional dan memiliki beberapa jurnal internasional dan nasional telah diterbitkan seperti *Level of Vigilance for staffs in Air Traffic Controller (ATC) In Indonesia*, *The Correlation Between Sex, Age, Educational Background, and Hours of Services on Vigilance Level of ATC Officers in Air Nav Surabaya, Indonesia*. Pengaruh lingkungan kerja terhadap tingkat *vigilance* ATC, Kelelahan kerja pada ATC di Surabaya, Penyakit Akibat Kerja pada Nelayan, dan lain-lain.

Dunia pertambangan, sama halnya dengan lapangan kerja lain, juga memiliki aturan-aturan lapangan yang harus ditaati. Buku K3 Pertambangan, Kajian Keselamatan dan Kesehatan Kerja Sektor Pertambangan karya Lalu Muhammad Saleh ini juga akan menjelaskan secara ringkas namun padat dan jelas mengenai hal-hal yang berhubungan dengan keselamatan, kesehatan, dan kerja di dunia pertambangan.

Buku ini dimulai dengan pembahasan gambaran dunia pertambangan; mengenai jenis hasil tambang, proses kerja di pertambangan, unit-unit operasional yang ada di pertambangan, desain *workstain* dan variabilitas antropometrik, serta dampak lingkungan dan sosial. Kemudian, pembahasan dilanjutkan dengan undang-undang mengenai pertambangan, *hazard* serta risiko yang ada di pertambangan dan cara mengendalikannya, penyakit yang dapat timbul akibat pekerjaan tambang, human error, dan diakhiri dengan manajemen serta isu yang ada di dunia pertambangan.

Dengan latar belakang pendidikan yang dimiliki penulis, buku ini dapat dijadikan acuan baik untuk para pekerja, pelajar yang sedang membutuhkan pembahasan spesifik mengenai K3 pertambangan, maupun khalayak umum yang ingin menambah wawasan. Semoga bermanfaat dan selamat membaca!



K3

Pertambangan

Kajian Keselamatan dan
Kesehatan Kerja Sektor Pertambangan



Penerbit Deepublish (CV BUDI UTAMA)
Jl. Rajawali, Gang Elang 6 No.3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman
Jl. Kaliurang Km 9,3 Yogyakarta 55581
Telp/Fax : (0274) 4533427
Anggota IKAPI (076/DIY/2012)
cs@deepublish.co.id @penerbitbuku_deepublish
Penerbit Deepublish www.penerbitbukudeepublish.com

Kategori : Keselamatan Kerja

ISBN 978-623-02-0096-0

