

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gambaran Umum Wilayah Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT ANTAM, Tbk UBPB Kalimantan Barat. PT ANTAM merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan dengan bahan galian bauksit. Beberapa gambaran umum wilayah penelitian ini yaitu sejarah perusahaan, batas administrasi wilayah penelitian, lokasi dan kesampaian daerah penelitian, geologi regional, geologi lokal, stratigrafi daerah penelitian, topografi dan morfologi daerah penelitian, iklim serta curah hujan pada daerah penelitian. Berikut gambaran wilayah daerah penelitian:

2.1.1. Sejarah Singkat Perusahaan

ANTAM didirikan sebagai Badan Usaha Milik Negara pada tahun 1968 melalui beberapa perusahaan pertambangan nasional yang memproduksi komoditas tunggal. Untuk mendukung pendanaan proyek ekspansi feronikel, pada tahun 1997 ANTAM menawarkan 35% sahamnya ke publik dan mencatatkannya di Bursa Efek Indonesia. Pada tahun 1999, ANTAM mencatatkan sahamnya di Australia dengan status *foreign exempt entity* dan pada tahun 2002 status ini ditingkatkan menjadi ASX Listing yang memiliki ketentuan lebih ketat.

Tujuan perusahaan saat ini berfokus pada peningkatan nilai pemegang saham. Hal ini dilakukan melalui penurunan biaya seiring usaha bertumbuh guna menciptakan keuntungan yang berkelanjutan. Strategi perusahaan adalah berfokus pada komoditas inti nikel, emas, dan bauksit melalui peningkatan output produksi untuk meningkatkan pendapatan serta menurunkan biaya per unit.

2.1.2. Batas Administrasi Wilayah Penelitian

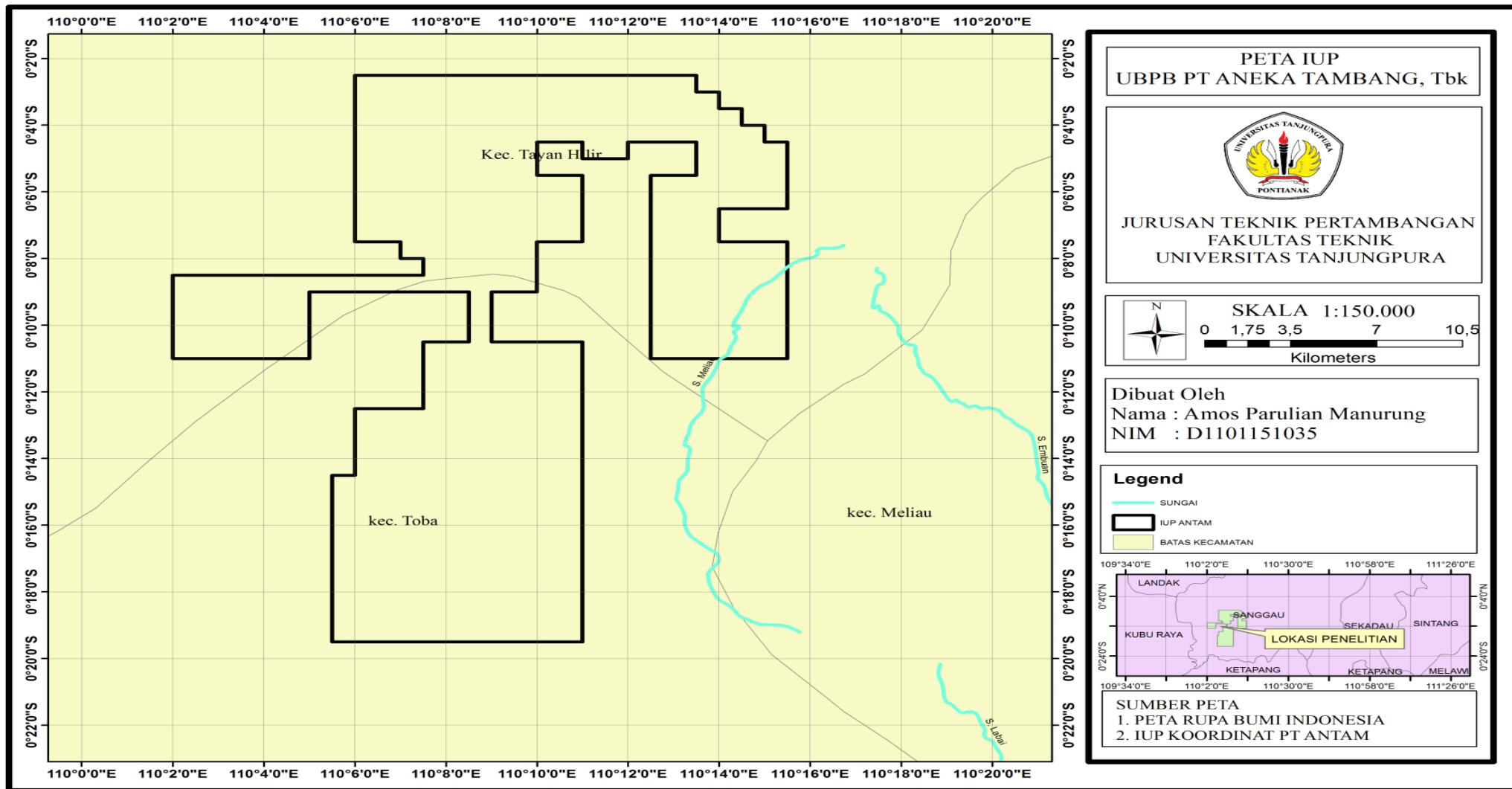
PT. Aneka Tambang (persero) Tbk merupakan salah satu perusahaan pertambangan yang merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang melakukan kegiatan eksplorasi dan eksploitasi mineral logam di Indonesia. PT. Aneka Tambang (persero) Tbk mulai resmi beroperasi 1 Oktober 2013 dengan Surat Keputusan Direksi Nomor 243a.K/0251/DAT/2013 dan pemegang Izin Usaha Pertambangan (IUP) Eksplorasi untuk bahan galian bauksit. Lokasi IUP tersebut secara administratif termasuk dalam Kecamatan Tayan Hilir, Kabupaten Sanggau, Provinsi Kalimantan Barat. Luas daerah yang merupakan wilayah

eksplorasi tersebut adalah ± 36.000 Ha. Secara geografis daerah tersebut dibatasi oleh koordinat yang tercantum pada (Tabel 2.1) dan peta batas IUP PT ANTAM (Gambar 2.1). Secara geografis lokasi daerah penelitian PT. Aneka Tambang (persero) Tbk terletak pada $110^{\circ}01'59''$ BT - $110^{\circ}15'29''$ BT dan $0^{\circ}2'30''$ LS - $0^{\circ}19'30''$ LS. Pada saat ini PT. Aneka Tambang (persero) Tbk memiliki IUP seluas ± 36.000 Ha.

Tabel 2.1 Koordinat Lokasi Penelitian

No.	Bujur Timur			Lintang Selatan			No.	Bujur Timur			Lintang Selatan		
	°	'	"	°	'	"		°	'	"	°	'	"
1.	110	5	59.99	0	2	30	26.	110	9	59.98	0	5	30
2.	110	13	29.99	0	2	30.01	27.	110	10	59.98	0	7	30.01
3.	110	13	29.99	0	3	0.03	28.	110	10	59.98	0	7	30.01
4.	110	13	59.98	0	2	60	29.	110	9	59.97	0	9	0.02
5.	110	13	59.98	0	3	30.03	30.	110	9	59.97	0	9	0.02
6.	110	14	30	0	3	30.03	31.	110	8	60	0	10	30
7.	110	14	30	0	4	0.02	32.	110	8	59.99	0	10	30.01
8.	110	14	59.99	0	4	0.02	33.	110	10	59.98	0	19	30
9.	110	14	59.99	0	4	30.02	34.	110	10	59.97	0	19	30.01
10.	110	15	29.97	0	4	30.02	35.	110	5	29.98	0	14	30.01
11.	110	15	29.97	0	6	30.03	36.	110	5	29.97	0	14	30.01
12.	110	13	59.97	0	6	30.03	37.	110	5	59.99	0	12	30
13.	110	13	59.97	0	7	30.02	38.	110	5	60	0	12	30.01
14.	110	15	29.97	0	7	30.02	39.	110	7	29.99	0	10	30.03
15.	110	15	29.97	0	11	0.01	40.	110	7	30	0	10	30
16.	110	12	29.97	0	11	0.01	41.	110	8	29.97	0	9	0.02
17.	110	12	29.98	0	5	30	42.	110	8	29.98	0	9	0.01
18.	110	13	29.99	0	5	30	43.	110	4	59.97	0	11	0.02
19.	110	13	29.99	0	4	30.02	44.	110	4	60	0	11	0.01
20.	110	11	59.99	0	4	30.01	45.	110	1	59.98	0	8	30.01
21.	110	11	59.99	0	5	0.01	46.	110	1	59.99	0	8	30.02
22.	110	10	59.99	0	5	0.01	47.	110	7	29.97	0	8	0.03
23.	110	10	59.99	0	4	30.01	48.	110	7	29.97	0	8	0.03
24.	110	9	59.98	0	4	30.01	49.	110	6	59.99	0	7	30
25.	110	9	59.98	0	5	30	50.	110	6	59.99	0	7	30

Sumber: PT. Aneka Tambang (Persero) Tbk Tayan Hilir, 2011

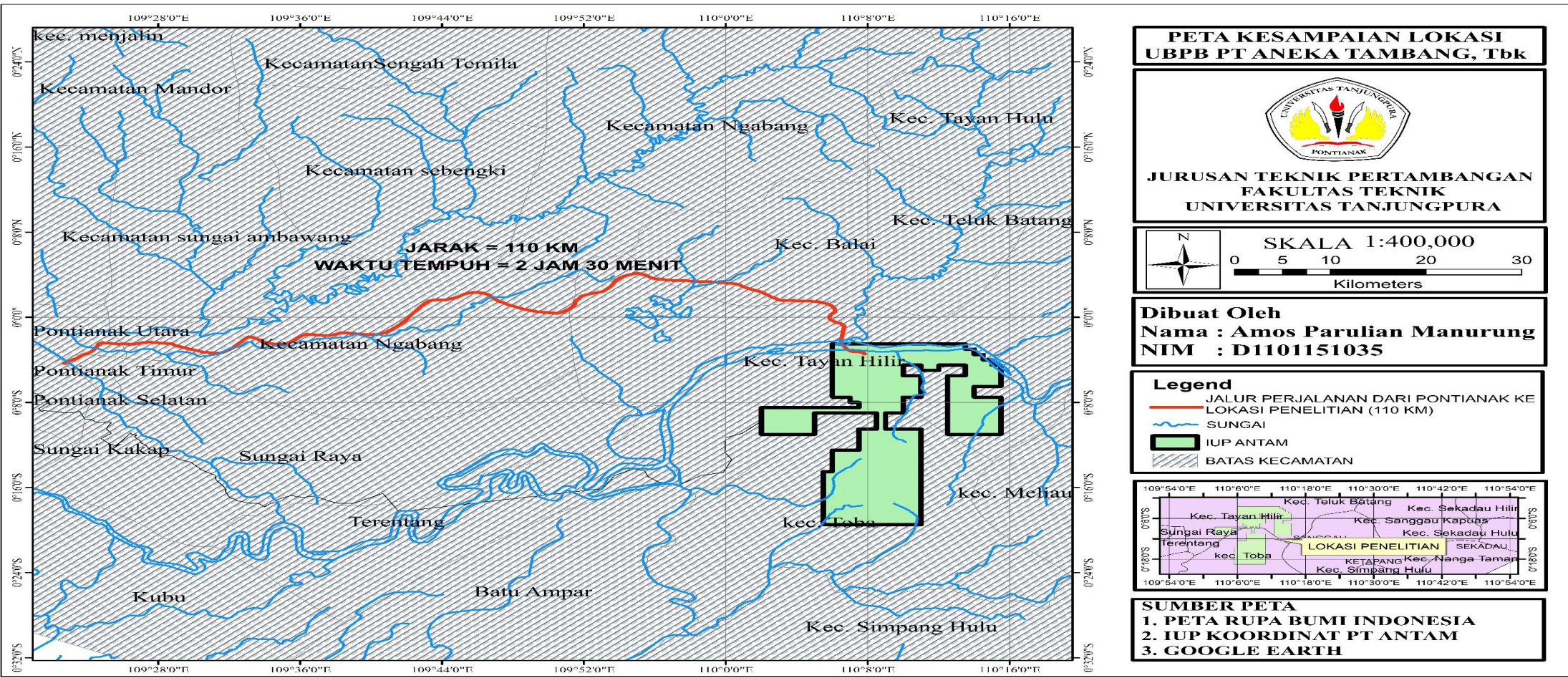


Sumber : PT. Aneka Tambang (persero) Tbk Tayan Hilir, 2011

Gambar 2.1 Peta Batas IUP PT ANTAM

2.1.3. Lokasi dan Kesampaian Daerah Penelitian

Secara administratif lokasi IUP Eksplorasi PT. Aneka Tambang (persero) Tbk terletak di Dusun Piasak, Desa Pedalaman, Kecamatan Tayan Hilir, Kabupaten Sanggau, Provinsi Kalimantan Barat. Untuk bisa mencapai ke lokasi PT. Aneka Tambang (persero) Tbk, jika perjalanan dimulai dari Pontianak melewati jembatan tol lurus terus melewati jalan Trans Kalimantan setelah itu masuk ke kecamatan Tayan lurus terus melewati jembatan Tayan sekitar 10-15 menit sampai ke PT. ANTAM, Tbk yang berada di kecamatan Tayan Hilir. Perjalanan ini dapat dicapai dengan menggunakan kendaraan roda empat maupun roda dua. Menuju lokasi penambangan selama ± 2 jam 30 menit dengan jarak ± 110 km. (Gambar 2.2).



Sumber : PT Aneka Tambang Unit Bisnis Pertambangan Bauksit, 2011

Gambar 2.2 Peta Kesampaian Lokasi

2.1.4. Geologi Regional

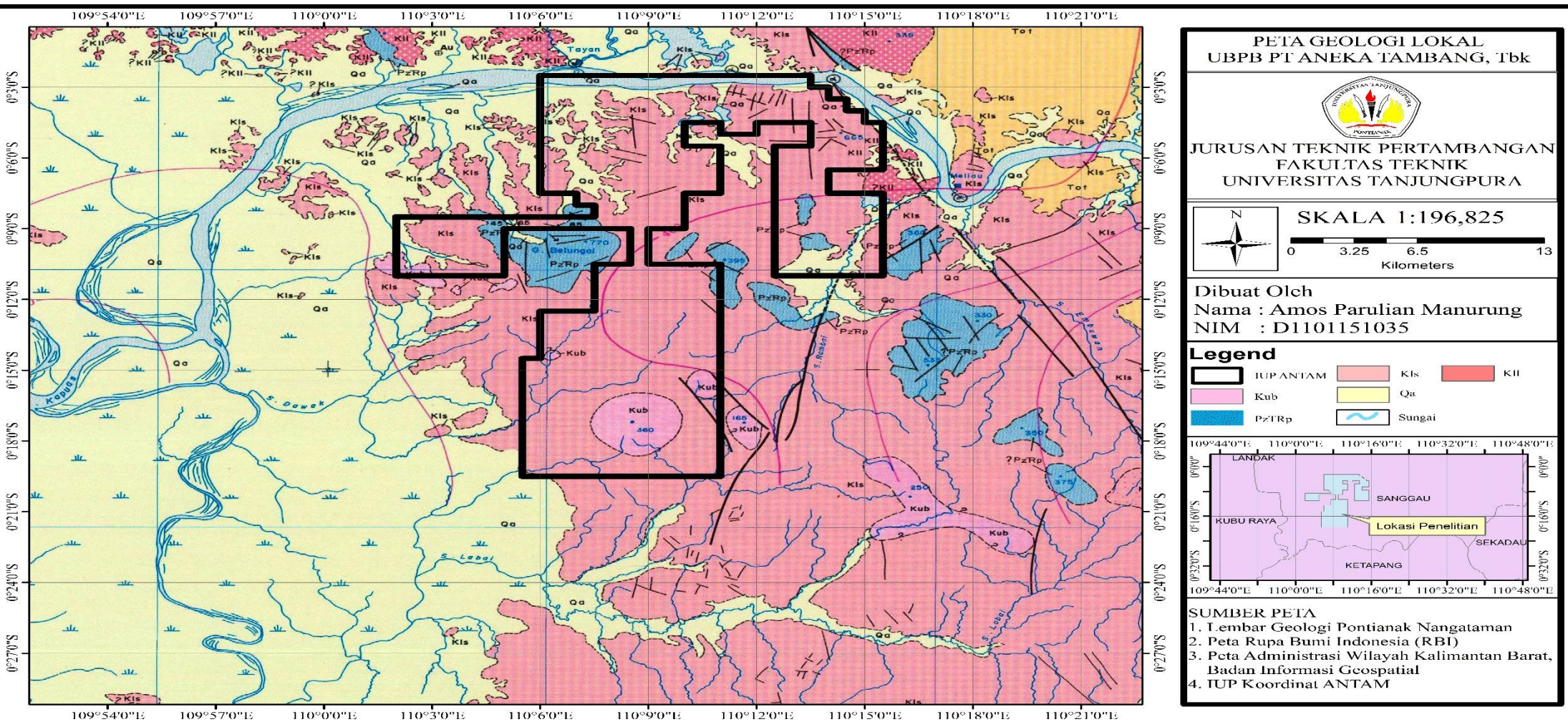
Dalam geologi regional dapat diketahui informasi mengenai geologi regional sekitar lokasi IUP UBPP PT ANTAM dan diketahui masuk ke dalam Peta Lembar Geologi Pontianak/Nangataman (1335), oleh S. Supriatna, U. Margono, Sutrisno (GRDC), P.E. Pieters, dan R.P Langford (AGSO) Tahun 1993.

Geologi Pegunungan Swanner Kalimantan dimulai dari batuan metamorf (PZM) dan granit terdaukan yang merupakan konstituen alas Kerak Benua. Batuan metamorfik Pinoh (PZM) adalah batuan metamorf di Kalimantan yang berumur Permo Karbon yang terdiri dari sekis mika, filit, filit kuarsa, sabak, homefels kuarsa. Secara lokal pada batuan sabak, filit, sekis mengandung porfiroblast andalusite, garnet dan agregat silimanit. Di Kalimantan bagian barat laut, batuan ini diintrusi oleh granit biotit yang berumur Perm – Trias Akhir (201-320 juta tahun), sedang di Pegunungan Swanner batuan metamorf tersebut diinstruksi oleh tonalit/granitoid berumur Kapur Awal (tonalit Sepauk) dan batuan vulkanik kapur Akhir – Tersier (granit Sukadana). Magma tonalit bersifat alkali dan kejadiannya diidentifikasi sebagai “*igneous process*”. Intrusi granit Sukadana yang terjadi pada Kapur Akhir (91 – 80 juta tahun) terdiri dari granit monzonite, syenogranit dan alkali granit.

Sehingga litologi dan stratigrafi geologi regional (Gambar 2.3) sekitar IUP PT ANTAM UBPP Kalimantan Barat diketahui berdasarkan kajian Peta Lembar Geologi Pontianak/Nangataman.

2.1.5. Geologi lokal

Dalam geologi lokal dapat diketahui informasi mengenai geologi lokal sekitar Lokasi IUP UBPP PT ANTAM dan diketahui masuk ke Lembar Geologi Pontianak/Nangataman. Sehingga litologi dan stratigrafi geologi lokal (gambar 2.4) sekitar IUP UBPP PT ANTAM diketahui berdasarkan kajian Lembar Geologi Pontianak/Nangataman.



Sumber : Lembar Geologi Pontianak/Nangataman, 1993

Gambar 2.4 Peta Geologi Lokal

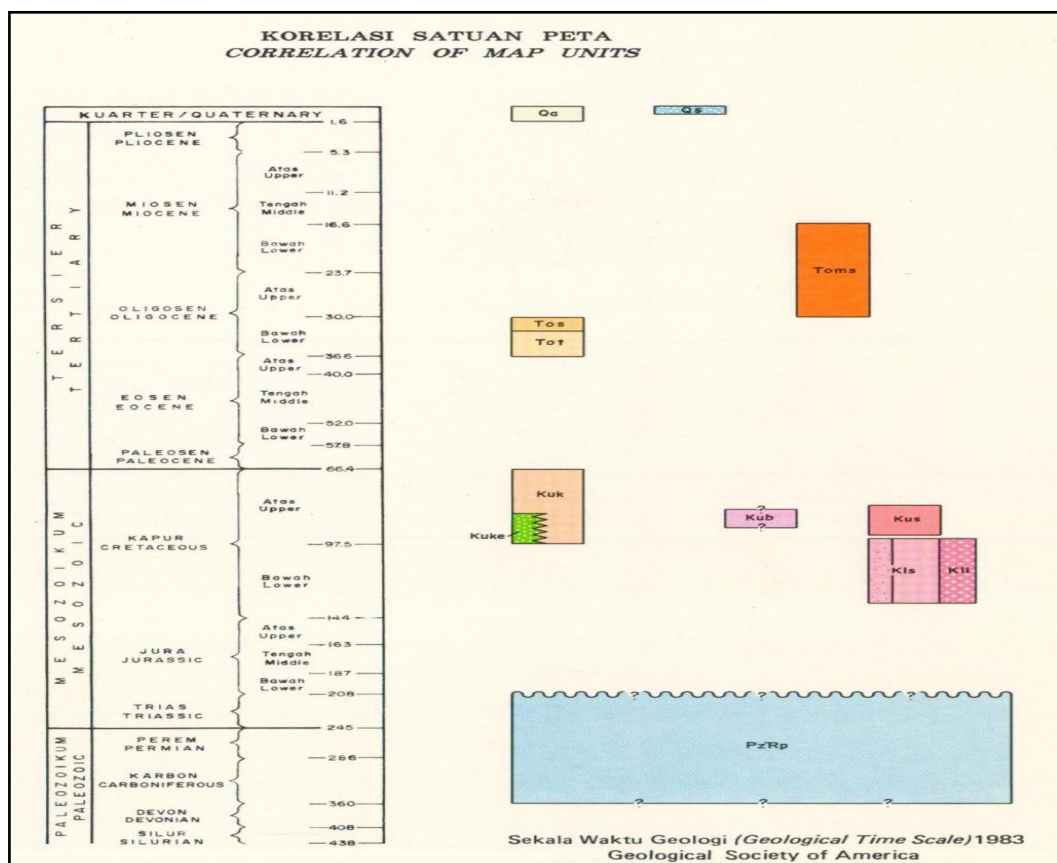
2.1.6. Stratigrafi Geologi Regional

Lokasi penambangan dan pengelolaan hasil tambang bijih bauksit ditunjukkan pada lembar peta geologi Pontianak/NangaTaman terbitan Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G), Departemen ESDM pada tahun 1993. Pada penampang stratigrafi secara regional diketahui urutan batuan dari yang paling muda sampai yang paling tua adalah sebagai berikut:

- Endapan Aluvial (Qa), disusun oleh pasir kerikil dan lumpur.
- Endapan Talus (Qs), disusun oleh kerikil dan pasir.
- Batuan Terobosan Sintang (Toms), terdiri atas mikrodiorit, mikrogranodiorit, dasit, porifiri dasit, andesit piroksin, granit, mikrogranit, dan diorit kuarsa. Batuan intuisi ini menerobos formasi Kantu, formasi Tutoop dan formasi ketungau. Umur satuan ini adalah Oligosen Akhir - Miosen Tengah.
- Batupasir Sekayam (Tos), tersusun oleh batupasir arenit litik, berbutir sedang – kasar, kuarsaan dan fragmen batuan, bersisipan batu lumpur dan sedikit sisipan batubara. Umurnya adalah Oligosen dan diendapkan di lingkungan sungai.
- Formasi Tebidah (Tot) merupakan formasi batuan terdiri dari perselingan *wake litos* dan *mudstone* (batulumpur).
- Satuan Batuan Gunung Api Kerabai (Kuk), terdiri dari lava andesit, lava dasit riolit yang sebagian tidak terpisahkan dari batuan piroklastik (abu, lapili, tufa hablur dan selaan, breksi gunung api dan anglomerat). Hubungan dengan satuan satuan lain; tak selaras diatas granit Laur, diterobos dan menindih granit Sukadana, diterobos oleh granit Sangiyang, ditindih basal Bunga dan sebagian sama dengan basal Bunga.
- Satuan Batuan Gunung Kempari (Kuke), berupa arenit kuarsa setempat kerikilan berumur Kapur atas bagian tengah.
- Granit Sukadana (Kus), terdiri dari monzonite kuarsa, monzogranit, sienogranit dan granit alkali feldspar, sedikit slenit kuarsa, monzodiorit kuarsa dan diorite kuarsa. Batuan yang mengandung sejumlah biotit dan horn-blenda yang bervariasi dan kadang-kadang kinopiroksen dan amfibol alkali.
- Formasi Gabro Biwa (Kub), tersusun dari formasi batuan Gabro Hornblenda kadang-kadang dengan Biotit, Hipertsin, dan Olivin.
- Granit Laur (Kll), berupa batuan monzogranit biotit-hornblende; sedikit

syenogranit biotit dan granodiorit hornblende-biotit, diperkirakan berumur Kapur Awal.

- Tonalit Sepauk (Kls), merupakan batuan granitan berkomposisi tonalit, diorit, dan granodiorit. Formasi ini berumur Kapur Awal.
- Tonalit Sepauk, berfoliasi (Kls), terdiri dari Tonalit Biotit-Hornblenda, Granodiorit, Diorit Kuarsa; umumnya berfoliasi.
- Batuan Malihan Pinoh (PzTrp), terdiri batuan kuarsit berwarna kelabu tua, terhablur ulang mengandung anorit, kaya turmalin, genes klinopiroksin-hornblende, mengandung klinozoisit dan skapolit, dan batuan migmatik; sekis mika dan kuarsit mika dengan biotit porfiroblastik, andalusit, garnet, muskovit sekunder dan turmalin local; sekis andalusit-mika. Batuan ini diperkirakan berumur Paleozoik – Trias.



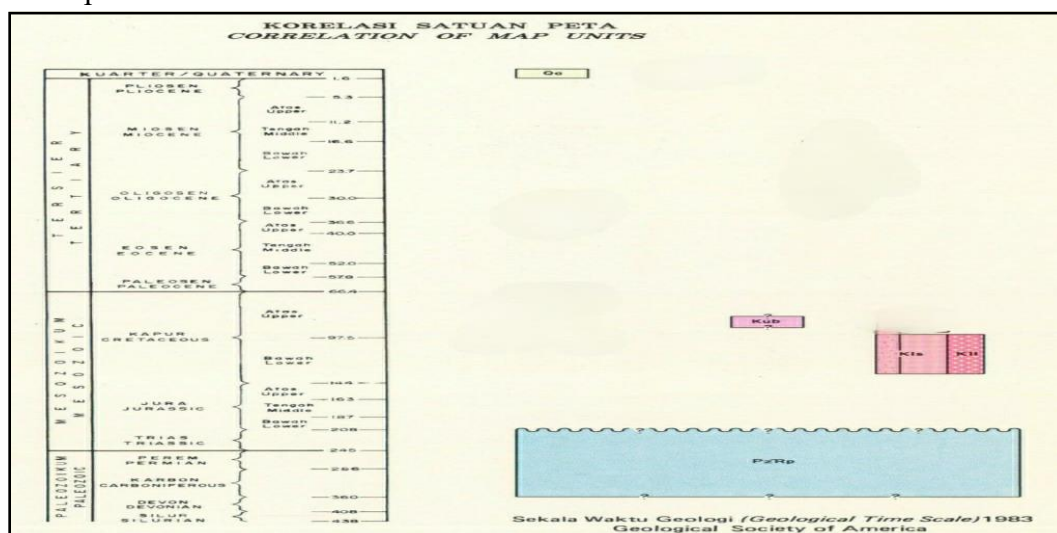
Sumber: Lembar Geologi Pontianak/NangaTaman, 1993

Gambar 2.5 Kolom Stratigrafi Geologi Regional

2.1.7. Stratigrafi Geologi Lokal

Lokasi penambangan dan pengelolaan hasil tambang bijih bauksit ditunjukkan pada lembar peta geologi Pontianak/NangaTaman terbitan Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G), Departemen ESDM pada tahun 1993. Pada penampang stratigrafi secara regional diketahui urutan batuan dari yang paling muda sampai yang paling tua adalah sebagai berikut:

- Formasi Gabro Biwa (Kub), tersusun dari formasi batuan Gabro Hornblenda kadang-kadang dengan Biotit, Hipertsin, dan Olivin.
- Batuan Malihan Pinoh (PzTrp), terdiri batuan kuarsit berwarna kelabu tua, terhablur ulang mengandung anorit, kaya turmalin, genes klinopiroksin-hornblende, mengandung klinozoisit dan skapolit, dan batuan migmatik; sekis mika dan kuarsit mika dengan biotit porfiroblastik, andalusit, garnet, muskovit sekunder dan turmalin local; sekis andalusit-mika. Batuan ini diperkirakan berumur Paleozoik – Trias.
- Tonalit Sepauk (Kls), merupakan batuan granitan berkomposisi tonalit, diorit, dan granodiorit. Formasi ini berumur Kapur Awal.
- Endapan Talus (Qs), disusun oleh kerikil dan pasir.
- Granit Laur (Kll), berupa batuan monzogranit biotit-hornblende; sedikit syenogranit biotit dan granodiorit hornblende-biotit, diperkirakan berumur Kapur Awal.



Sumber: Lembar Geologi Pontianak/NangaTaman, 1993

Gambar 2.6 Kolom Stratigrafi Geologi Lokal

2.1.8. Topografi dan Morfologi

Wilayah rencana penambangan bauksit membentang arah Utara - Selatan mulai dari tepi Sungai Kapuas ke arah selatan sampai pada jarak 31 km. Secara umum kondisi topografi pada wilayah IUP terbagi menjadi 2 wilayah satuan topografi yaitu satuan topografi daerah datar dan daerah bergelombang.

Satuan topografi daerah datar terletak terbatas di sepanjang tepi Sungai Kapuas ke arah darat sampai dengan jarak \pm 500 m serta pada daerah yang terletak antara 2 bukit. Kemiringan lereng pada bagian ini berkisar antara 3-5% terletak pada ketinggian antara 62 m di tepi Sungai Kapuas sampai dengan 65 m. Satuan topografi ini merupakan daerah dataran banjir dan rawa.

Satuan topografi daerah bergelombang didominasi oleh bukit-bukit rendah memanjang dengan bentuk tidak beraturan. Ketinggian bervariasi mulai 62 m di tepi Sungai Kapuas sampai 125 m di puncak bukit.

Berdasarkan atas besarnya kemiringan lereng dan perbedaan tinggi rendahnya relief, dengan penentuan satuan morfologi Sistem Van Zuidam, 1985, maka morfologi IUP dapat dibagi menjadi 4 (empat) satuan morfologi, yaitu:

1. Satuan Morfologi Dataran

Satuan Morfologi Dataran dicirikan dengan kemiringan lereng kurang dari 2%, ketinggiannya berkisar 0–25 meter dengan luas lebih kurang 24% dan terletak pada bagian selatan dan barat daya IUP. Daerah-daerah ini umumnya merupakan bagian dari endapan alluvial dan rawa yang terdiri dari pasir kerikil dan padat, lempung dan humus serta endapan rawa-rawa dan sebagian kecil ditempati oleh batuan hasil lateritisasi dengan endapan Bauksit.

2. Satuan Morfologi Bergelombang Lemah

Satuan Morfologi Bergelombang Lemah dicirikan dengan kemiringan lereng antara 2 - 8% dan ketinggian berkisar 25 - 100 meter. Satuan morfologi ini umumnya sebagai area perkebunan, perladangan maupun area semak belukar. Sebaran endapan laterit bauksit utamanya berada pada satuan morfologi ini.

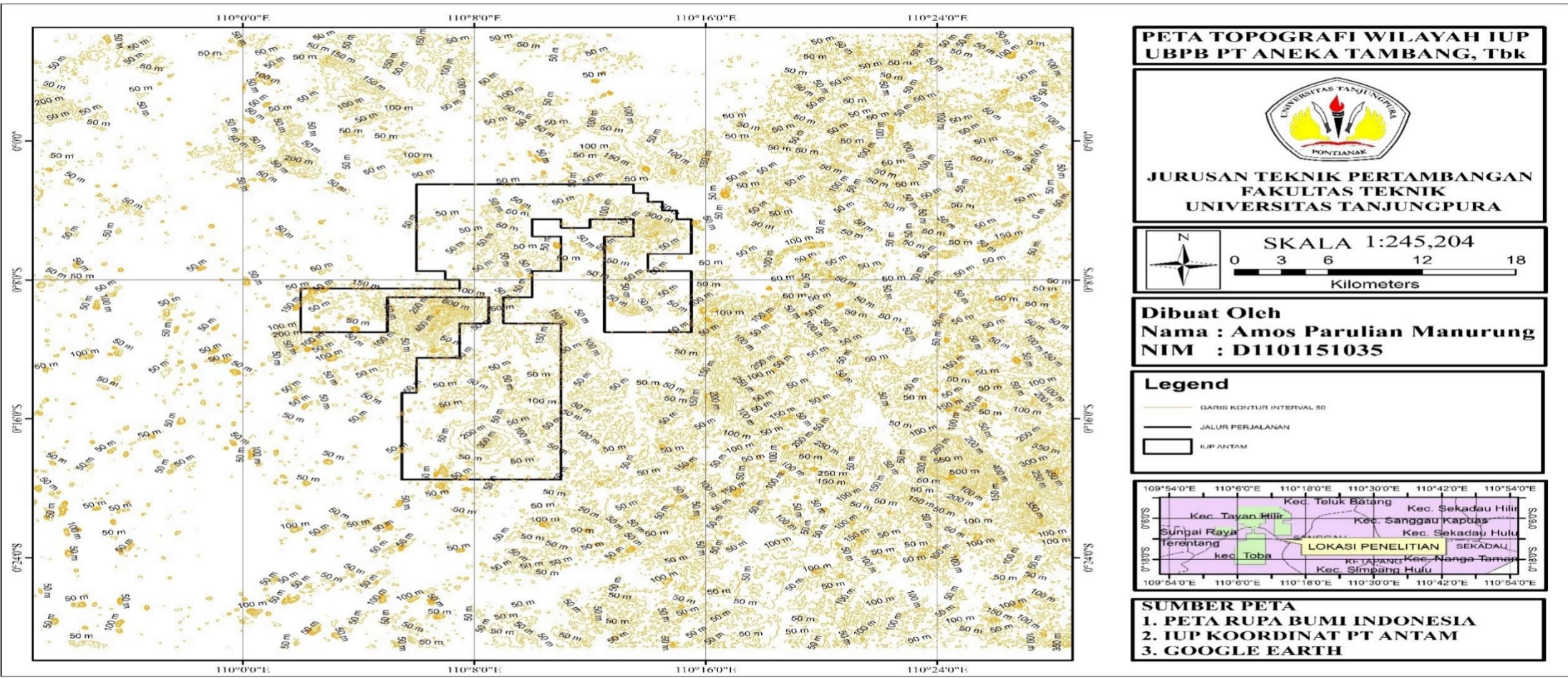
3. Satuan Morfologi Bergelombang Kuat

Satuan morfologi bergelombang kuat dicirikan dengan kemiringan lereng antara 8 - 16% dan ketinggian berkisar antara 100 - 300 meter, Sebaran laterit bauksit umumnya tipis, dimana pada beberapa lokasi masih teramati batuan

segar (granodiorit) sebagai batuan dasar terbentuknya endapan bauksit.

4. Satuan Morfologi Pegunungan

Satuan morfologi pegunungan dicirikan dengan kemiringan lereng antara lebih dari 16% dan ketinggian berkisar lebih dari 300 meter. Berdasarkan kenampakannya wilayah ini masih didominasi tumbuhan hutan primer.



Sumber: Lembar Geologi Pontianak/Nangataman, 1993

Gambar 2.7 Peta Topografi Wilayah IUP PT ANTAM

Tabel 2.2 Klasifikasi Lereng

Kelas Lereng	Proses Penciri dan Kondisi Lapangan
0°-2°	Datar (<i>flat</i>) atau hampir datar, dengan proses denudasional yang tidak cukup besar dan pengikisan permukaan yang tidak intensif dibawah kondisi kering
2°-4°	Sedikit miring (<i>gently slope</i>), dengan pergerakan massa berkecepatan rendah dari berbagai proses periglacial, solifluction dan fluvial
4°-8°	Miring (<i>sloping</i>), memiliki kondisi yang hampir sama dengan <i>gently slope</i> , namun lebih mudah mengalami pengikisan permukaan, dengan erosi permukaan yang intensif
8°-16°	Agak curam (<i>moderately steep</i>), semua jenis pergerakan massa terjadi, terutama periglacial-solifluction, rayapan, pengikisan dan adakalanya landslide
16°-35°	Curam (<i>steep</i>), proses denudasional dari semua jenis terjadi secara intensif (erosi, rayapan, pergerakan lereng)
35°-55°	Sangat curam (<i>very steep</i>), proses denudasional terjadi secara intensif.
>55°	Curam ekstrem (<i>extremely steep</i>), proses denudasional sangat kuat, terutama “ <i>wall denudational</i> ”

Sumber: Klasifikasi Lereng Van Zuidam, 1985

2.1.9. Iklim dan Curah Hujan

Pada umumnya iklim di daerah Kabupaten Sanggau adalah beriklim tropis basah (subtropis) mengingat daerah ini dilalui oleh garis khatulistiwa. Sehubungan dengan itu, maka dikenal adanya dua musim yaitu musim penghujan dan musim kemarau. Biasanya di antara kedua musim tersebut terdapat musim pancaroba yaitu terjadinya perubahan cuaca, suhu udara, tingkat kelembaban udara, panjang sinar matahari serta arus angin. Hal ini terjadi sebagai akibat di musim panas seringkali terjadi turun hujan, sementara pada musim hujan juga dijumpai teriknya matahari.

Tingkat curah hujan di Kabupaten Sanggau berdasarkan stasiun pengukur hujan, bahwa hari hujan di wilayah ini setiap tahun mengalami perubahan cuaca yang sulit untuk diprediksi. Terkadang bulan Juni sampai dengan Agustus merupakan bulan-bulan kering karena curah hujan tergolong sangat rendah. Sebaliknya, pada bulan-bulan September sampai dengan bulan Februari dapat digolongkan ke dalam musim hujan. (Tabel 2.3)

Tabel 2.3 Rekapitulasi Hujan Bulanan UBPB PT ANTAM Periode 2009-2018

No.	Tahun	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Jumlah
1	2009	385	230.5	228	424.5	182.5	154.1	141.5	88.5	119	521	482.5	343.5	3,300.60
2	2010	507	375	450.5	301.5	279	153	351	133.5	234	208.5	327.5	416.5	3,737.00
3	2011	234.5	75.5	291	200.5	238.5	199.5	173	104	146	348	439	395.5	2,845.00
4	2012	218.00	440.5	229.5	200.5	240.5	106.5	242	67	222	471.5	233	423	3,094.00
5	2013	279	475	137	168	463	125	158	131	168	305	516	27	2,952.00
6	2014	180	117	236	258	452.5	376	112	163	127	171	496	197	2,885.50
7	2015	411	243	257	201	408	283	0	0	0	0	0	15	1,818.00
8	2016	430	549	503	228.5	317	174	195.5	55	232	261.5	417	338	3,700.50
9	2017	195	316	239	406	244	196	212	343	326	307	439	408	3,631.00
10	2018	326	216.5	361.5	213	407	322.5	45	56	339	264	386	237	3,173.50
Jumlah		3,165.5	3,038.0	2,932.5	2,601	3,232.	2,089.60	1,630	1,141.0	1,913.0	2,857.50	3,736.0	2,800.5	
Rank Curah Hujan		3	4	5	8	2	9	11	12	10	6	1	7	

Sumber: *Department HSE PT ANTAM, 2019*

2.2. Tinjauan Teoritis

Tinjauan teori diperlukan untuk menegaskan landasan teoritis penelitian yang dilakukan.

2.2.1. Genesa Bijih Bauksit

Istilah bauksit (*bauxite*) pertama kali dikenalkan pada tahun 1921 oleh Berthier untuk batuan sedimen yang kaya akan alumina di wilayah Les Baux-Perancis Selatan (Valeton, 1972). Selanjutnya istilah bauksit dipakai untuk penamaan hasil pelapukan batuan yang heterogen mengandung alumina (Al_2O_3) relatif tinggi, kadar terendah, sedikit atau tidak mengandung silika. Bijih bauksit adalah bagian dari endapan bauksit yang memiliki nilai ekonomi saat ditambang.

Murray (2003), Plunkert (2004), dan Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral (2005) menyebutkan bahwa bauksit adalah batuan atau bahan yang terdiri dari mineral utama hydrous aluminium oxide: Gibbsite ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), Boehmit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), dan Diasphore ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) dengan pengotor mineral lempung dan oksida besi. Beberapa klasifikasi bauksit disusun berdasarkan atas komposisi mineralnya, antara lain:

- Bauksit *trihydrate*, dengan komposisi mineral *gibbsite*.
- Bauksit *monohydrate*, dengan komposisi mineral boehmit dan diasphore.

Sebagian besar bauksit diolah menjadi alumina untuk mendapatkan beberapa kategori hasil antara (*intermediate product*) seperti: *chemical grade alumina* dan *smelter grade alumina*. Penggunaan lainnya adalah untuk bata tahan api, penggosok/ampelas dan bahan dasar penjernih air (aluminium sulfat).

Bauksit terbentuk dari batuan yang mengandung unsur Al. Batuan tersebut antara lain nepheline, syenit, granit, andesit, dolerite, gabro, basalt, hornfels, schist, slate, kaolinitic, shale, limestone, dan phonolite. Apabila batuan-batuan tersebut mengalami pelapukan, mineral yang mudah larut akan terlarutkan, seperti mineral – mineral alkali, sedangkan mineral – mineral yang tahan akan pelapukan akan terakumulasikan.

Sumber daya bijih bauksit Indonesia sebagai bahan baku industri Alumina cukup besar. Menurut data USGS (*United States Geological Survey*) tahun 2013, sumber daya bauksit Indonesia terbesar ke-6 di dunia dan tingkat produksinya berada di peringkat ke-4 di dunia setelah Australia, China dan Brazil. Data dari

Badan Geologi ESDM menunjukkan jumlah keseluruhan sumber daya bauksit Indonesia mencapai 838,9 juta ton dengan jumlah cadangan bauksit mencapai 302,3 juta ton yang terdiri dari cadangan terkira sebesar 149,5 juta ton dan cadangan terbukti 152,8 juta ton. Dari sisi geografis, cadangan bauksit Indonesia terbesar berada di wilayah Kalimantan Barat.

Aspek geologi bauksit khususnya yang terdapat di Kalimantan Barat untuk pertama kalinya dibahas oleh Gunawan and Valk (1972), menyebutkan aspek geologi terutama batuan asal, morfologi, dan tektonik berpengaruh terhadap endapan Bauksit yang terbentuk.

2.2.2. Teknik Penambangan

Pada penambangan bijih bauksit di PT. ANTAM, Tbk ini dilakukan dengan sistem penambangan terbuka (*open cast*) menggunakan metode *shovel and truck* merupakan penambangan yang dilakukan untuk endapan bijih yang terletak pada suatu lereng bukit. Teknik penambangan *open cast* dengan metode *shovel and truck* diawali dari kegiatan land clearing, pengupasan OB dan Topsoil, lalu penggalian ore bauksit dengan menggunakan alat excavator.

1. Pembersihan Lahan (*Land Clearing*)

Pembersihan Lahan merupakan langkah awal dimana proses penambangan bauksit akan dilakukan, kegiatan ini dimulai dari pembersihan tempat kerja dari semak – semak, pohon – pohon besar dan kecil, kemudian membuang tanah atau batuan yang menghalangi pekerjaan – pekerjaan selanjutnya.

2. Pengupasan *over burden*

Pengupasan *over burden* dilakukan setelah pembersihan lahan dengan menggunakan *backhoe*. Tanah Penutup dikupas, kemudian hasil kupasan diletakkan pada *shaft* atau lubang sisa penambangan.

3. Penggalian (*Excavation*)

Penggalian adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk membongkar dan melepaskan endapan bahan tambang dari batuan induknya atau batuan samping. Alat gali yang digunakan adalah *backhoe*.

4. Pemuatan (*Loading*)

Pemuatan adalah serangkaian pekerjaan yang dilakukan untuk mengambil dan memuat material hasil pembongkaran ke dalam alat angkut. Material hasil pembongkaran dikumpulkan dan dimuat dengan *backhoe*.

5. Pengangkutan (*Hauling*)

Proses pengangkutan dilakukan untuk memindahkan material dari lokasi penggalian atau front penambangan ke lokasi pencucian (*washing plant*) atau pelabuhan (*jetty*).

2.2.3. Pengertian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Kesehatan dan keselamatan kerja merupakan daya upaya perlindungan yang terencana untuk mencegah terjadinya musibah atau penyakit yang ditimbulkan akibat bekerja yang ditunjukkan agar tenaga kerja dan orang lainnya ditempat kerja/perusahaan selalu dalam keadaan sehat dan selamat. Keselamatan dan kesehatan kerja merupakan hal yang penting dan perlu diperhatikan oleh pihak perusahaan, karena dengan adanya jaminan keselamatan dan kesehatan kerja kinerja karyawan akan lebih meningkat.

1. Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja adalah sarana utama untuk pencegahan kecelakaan, cacat dan kematian sebagai akibat kecelakaan kerja. Keselamatan kerja yang baik adalah pintu gerbang bagi keamanan tenaga kerja. Keselamatan kerja menyangkut segenap proses produksi dan distribusi, baik barang maupun jasa (Suma'mur, 1996). Kecelakaan kerja selain menyebabkan hambatan-hambatan langsung juga merupakan kerugian-kerugian secara tidak langsung yakni kerusakan mesin dan peralatan kerja, terhentinya proses produksi untuk beberapa saat, kerusakan pada lingkungan kerja, dan lain-lain. Biaya-biaya sebagai akibat kecelakaan kerja, baik langsung maupun tidak langsung cukup atau kadang-kadang sangat atau terlampau besar, sehingga bila diperhitungkan secara keseluruhan hal itu merupakan kehilangan yang berjumlah besar. Undang-Undang No. 1 tahun 1970 mengatur tentang Keselamatan Kerja. Meskipun judulnya disebut sebagai Undang-undang Keselamatan Kerja, tetapi materi yang diatur termasuk masalah kesehatan kerja. Undang-undang ini dimaksudkan untuk menentukan standar yang jelas

untuk keselamatan kerja bagi semua karyawan sehingga mendapat perlindungan atas keselamatannya dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi serta produktifitas nasional, memberikan dasar hukum agar setiap orang selain karyawan yang berada di tempat kerja perlu dijamin keselamatannya dan setiap sumber daya perlu dipakai dan dipergunakan secara aman dan efisien dan membina norma-norma perlindungan kerja yang sesuai dengan perkembangan masyarakat, industrialisasi, teknik, dan teknologi. Tujuan dari UU Keselamatan Kerja adalah:

- a. Agar tenaga kerja dan setiap orang lainnya yang berada dalam tempat kerja selalu dalam keadaan selamat dan sehat.
- b. Agar sumber produksi dapat dipakai dan digunakan secara efisien.
- c. Agar proses produksi dapat berjalan tanpa hambatan apapun.

2. Dasar-Dasar Hukum K3 Pada Pertambangan

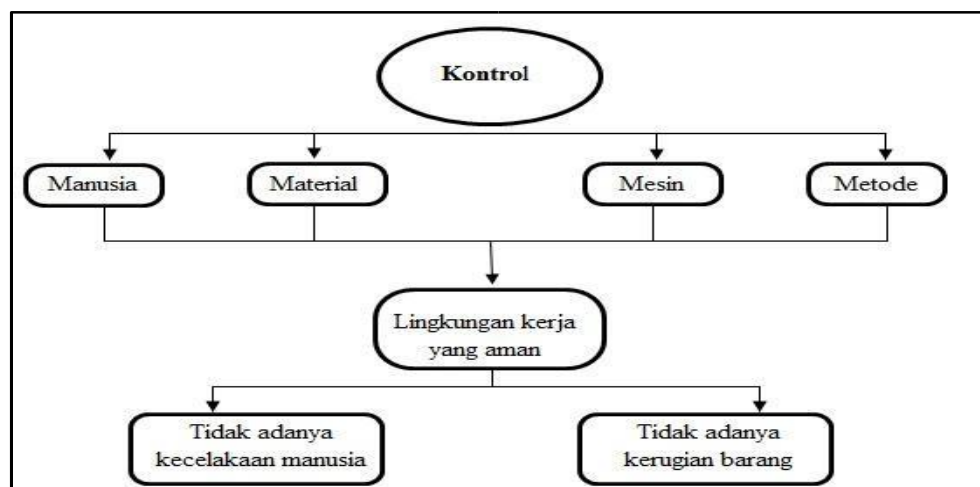
1. Undang-Undang No. 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara.
2. Undang-Undang No. 13 Tahun 2003 tentang ketenagakerjaan.
3. Undang-Undang No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja.
4. Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1827 K/30/MEM/2018.
5. Peraturan Pemerintah No. 19 Tahun 1973 tentang Pengaturan dan Pengawasan Keselamatan Kerja di Bidang Pertambangan.
6. Peraturan Pemerintah No. 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
7. Kemenakertrans No. 609 Tahun 2012 tentang Pedoman Penyelesaian Kecelakaan Kerja dan Penyakit Akibat Kerja.
8. Per.Menaker No. 02/1992 tentang Ahli K3.
9. Per.Menaker No. 05/1996 tentang SMK3.
10. PP No. 19 / 1973 Pengaturan dan Pengawasan K3 di bidang Pertambangan.
11. PP No. 11 / 1979 K3 pada Pemurnian dan Pengolahan Minyak dan Gas Bumi.

12. Keppres No. 22/1993 Penyakit akibat Kerja.
13. Permenaker No. 03/1978 Penunjukan, Wewenang dan Kewajiban Pegawai Pengawas K3 dan Ahli K3.
14. Permenaker No. 02/1980 Pemeriksaan Kesehatan Tenaga Kerja dalam Penyelenggaraan K3.
15. Permenaker No. 02/1986 Biaya Pemeriksaan dan Pengawasan K3 di Perusahaan.
16. Kepmenaker No. 245/1990 Hari K3 Nasional.

3. Hakikat Keselamatan Kerja

Hakikat keselamatan kerja adalah mengadakan pengawasan terhadap 4M, yaitu manusia (*man*), alat-alat atau bahan-bahan (*materials*), mesin-mesin (*machines*), dan metode kerja (*methods*) untuk memberikan lingkungan kerja yang aman sehingga tidak terjadi kecelakaan manusia atau tidak terjadi kerusakan/kerugian pada alat-alat dan mesin. Lihat pada Gambar 2.5.

Sumber: Buku Sistem Manajemen Keselamatan & Kesehatan Kerja oleh Rudi Suardi, 2010



Gambar 2.8 Hakikat Keselamatan Kerja

4. Upaya Dalam Meningkatkan Keselamatan Kerja

Berbagai cara yang umum digunakan untuk meningkatkan keselamatan kerja dalam industri dewasa ini diklasifikasikan sebagai berikut (ILO, 1989, Hal. 20):

1. Peraturan-peraturan, yaitu ketentuan yang harus dipatuhi mengenai hal-hal seperti kondisi kerja umum, perancangan, konstruksi, pemeliharaan,

pengawasan, pengujian dan pengoprasian peralatan industri, kewajiban-kewajiban para pengusaha dan pekerja, pelatihan, pengawasan kesehatan, pertolongan pertama dan pemeriksaan kesehatan.

2. Standarisasi, yaitu menetapkan standar-standar resmi, setengah resmi, ataupun tidak resmi, misalnya mengenai konstruksi yang aman dari jenis-jenis peralatan industri tertentu, kebiasaan-kebiasaan yang aman dan sehat, ataupun tentang alat pengamanan perorangan
3. Pengawasan, sebagai contoh adalah usaha-usaha penegakan peraturan yang harus dipatuhi.
4. Riset teknis, yaitu termasuk hal-hal seperti penyelidikan peralatan dan ciri-ciri dari bahan berbahaya, penelitian tentang pelindung mesin, pengujian masker pernapasan, penyelidikan berbagai metode pencegahan ledakan gas dan debu, atau pencarian bahan-bahan yang paling cocok serta perancangan tali kerekan dan alat-alat kerekan lainnya.
5. Riset medis, termasuk penyelidikan dampak fisiologis dan patologis dari faktor-faktor lingkungan dan teknologi, serta kondisi-kondisi fisik yang amat merangsang terjadinya kecelakaan.
6. Riset psikologis, sebagai contoh adalah penyelidikan pola-pola psikologis yang dapat menyebabkan kecelakaan.
7. Riset *statistic*, untuk mengetahui jenis-jenis kecelakaan yang terjadi, berapa banyak, kepada tipe orang yang bagaimana yang menjadi korban, dalam kegiatan-kegiatan seperti apa, dan apa saja yang menjadi penyebabnya.
8. Pendidikan, meliputi pengajaran subyek keselamatan sebagai mata ajaran dalam akademi teknik, sekolah-sekolah dagang ataupun kursus-kursus magang.
9. Pelatihan, sebagai contoh yaitu pemberian instruksi-instruksi praktis bagi para pekerja, khususnya bagi pekerja baru dalam hal-hal keselamatan kerja.
10. Persuasi, sebagai contoh yaitu penerapan berbagai metode publikasi dan imbauan untuk mengembangkan kesadaran akan keselamatan.

11. Asuransi, dengan cara penyediaan dana-dana untuk meningkatkan upaya-upaya pencegahan kecelakaan, misalnya pabrik-pabrik yang telah mengadakan standar pengamanan yang tinggi.
12. Tindakan-tindakan, pengamanan yang dilakukan oleh masing-masing individu.

5. Kesehatan Kerja

Menurut WHO/ILO (1995), kesehatan kerja bertujuan untuk peningkatan dan pemeliharaan derajat kesehatan fisik, mental dan sosial yang setinggi-tingginya bagi pekerja di semua jenis pekerjaan, pencegahan terhadap gangguan kesehatan pekerja yang disebabkan oleh kondisi pekerjaan; perlindungan bagi pekerja dalam pekerjaannya dari risiko akibat faktor yang merugikan kesehatan; dan penempatan serta pemeliharaan pekerja dalam suatu lingkungan kerja yang disesuaikan dengan kondisi fisiologi dan psikologisnya. Secara ringkas merupakan penyesuaian pekerjaan kepada manusia dan setiap manusia kepada pekerjaan atau jabatannya. Kesehatan kerja merupakan hal yang sangat diharapkan oleh semua pekerja selama bekerja di perusahaan pertambangan. Kesehatan kerja sebagai upaya untuk mencegah dan memberantas penyakit serta memelihara, dan meningkatkan kesehatan gizi para tenaga kerja, merawat dan meningkatkan efisiensi dan daya produktifitas tenaga manusia.

Kesehatan jasmani dan rohani merupakan faktor penunjang untuk meningkatkan produktifitas seseorang dalam bekerja. Kesehatan tersebut dimulai sejak memasuki pekerjaan dan terus dipelihara selama bekerja, bahkan sampai setelah berhenti bekerja. Kesehatan jasmani dan rohani bukan saja pencerminan kesehatan fisik dan mental, tetapi juga gambaran adanya keserasian penyesuaian seseorang dengan pekerjaannya yang sangat dipengaruhi oleh kemampuan, pengalaman, pendidikan dan pengetahuan yang dimilikinya.

Lingkungan kesehatan tempat kerja yang buruk dapat menurunkan derajat kesehatan dan juga daya kerja para pekerja. Gangguan pada kesehatan akibat berbagai faktor pekerjaan bisa dihindari, asal para pekerja dan pihak

pengelola perusahaan punya kemauan untuk mengantisipasi adanya penyakit akibat kerja supaya kesehatan para pekerja bisa ditingkatkan.

Gangguan kesehatan para tenaga kerja dapat dihindari apabila karyawan-karyawan dan pimpinan memiliki kemauan untuk mencegahnya. Adapun cara-cara yang dapat mencegah gangguan kesehatan yaitu sebagai berikut:

- a. Substitusi, yaitu mengganti bahan yang berbahaya dengan bahan yang lebih aman.
- b. Isolasi, yaitu mengisolasi operasi atau proses dalam perusahaan yang membahayakan.
- c. Ventilasi umum, yaitu mengalirkan udara sebanyak mungkin (menurut perhitungan) ke dalam ruangan kerja, dengan tujuan agar kadar bahaya yang terjadi dalam ruangan kerja dapat menurun.
- d. Ventilasi penyedotan, yaitu mengalirkan udara dari tempat kerja tertentu agar bahaya yang terjadi dalam ruangan tersebut dapat berkurang.
- e. Alat pelindung, yaitu alat yang melindungi tubuh atau bagian tubuh yang wajib dipakai oleh setiap tenaga kerja menurut keperluannya seperti topi pengaman, masker, kaca mata, sarung tangan, sepatu dan lain-lain.
- f. Pemeriksaan kesehatan sebelum bekerja, yaitu pemeriksaan kesehatan kepada calon pekerja untuk mengetahui baik fisik maupun mental apakah calon karyawan tersebut cocok dengan pekerjaan yang diberikan kepadanya.
- g. Pemeriksaan kesehatan berkala, yaitu pemeriksaan kesehatan yang dapat digunakan untuk mengevaluasi apakah faktor-faktor yang menyebabkan gangguan-gangguan atau kelainan-kelainan pada tubuh pekerja.
- h. Penerangan sebelum kerja agar karyawan mengetahui, menaati peraturan - peraturan dan lebih berhati-hati.
- i. Pendidikan tentang kesehatan dan keselamatan kerja berkelanjutan, diberikan agar pekerja selalu waspada dalam pekerjaannya.

Program pemeliharaan kesehatan kerja karyawan secara fisik dapat dilakukan di antaranya:

- Pemeriksaan kesehatan pada waktu karyawan pertama kali diterima.
- Pemeriksaan kesehatan untuk semua karyawan secara berkala.

- Pemeriksaan kesehatan secara khusus.
- Tersedianya peralatan dan staf medis yang cukup.
- Pemberian perhatian yang khusus terhadap masalah perusahaan yang akan menyebabkan gangguan kesehatan pekerja.

2.2.4. Kecelakaan Kerja

OHSAS 18001:2007 menyatakan bahwa kecelakaan kerja didefinisikan sebagai kejadian yang berhubungan dengan pekerjaan yang dapat menyebabkan cedera atau kesakitan (tergantung dari keparahannya), kejadian kematian, atau kejadian yang dapat menyebabkan kematian. Menurut AS/NZS 4801: 2001, kecelakaan adalah semua kejadian yang tidak direncanakan yang menyebabkan atau berpotensi menyebabkan cedera, kesakitan, kerusakan atau kerugian lainnya.

1. Cidera Akibat Kecelakaan Kerja

Pengertian cedera berdasarkan Heinrich et al. (1980) adalah patah, retak, cabikan, dan sebagainya yang diakibatkan oleh kecelakaan. *Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor* (2008) menyatakan bahwa bagian tubuh yang terkena cedera dan sakit terbagi menjadi:

- Kepala dan mata.
- Leher.
- Batang tubuh, bahu, punggung.
- Alat gerak atas; lengan tangan, pergelangan tangan, tangan selain jari-jari tangan.
- Alat gerak bawah lutut, pergelangan kaki, kaki selain jari kaki, jari kaki
- Sistem tubuh.
- Banyak bagian

Tujuan menganalisa cedera atau sakit yang mengenai anggota bagian tubuh yang spesifik adalah untuk membantu dalam mengembangkan program untuk mencegah terjadinya cedera karena kecelakaan, sebagai contoh cedera mata dengan penggunaan kaca mata pelindung. Selain itu juga bisa digunakan untuk menganalisis penyebab alami terjadinya cedera karena kecelakaan kerja.

2. Faktor Penyebab Terjadinya Kecelakaan Kerja

Faktor penyebab terjadinya kecelakaan kerja ada beberapa pendapat. Faktor yang merupakan penyebab terjadinya kecelakaan pada umumnya dapat diakibatkan oleh 4 faktor penyebab utama (Husni:2003) yaitu :

- a. Faktor manusia yang dipengaruhi oleh pengetahuan ketrampilan, dan sikap.
- b. Faktor material yang memiliki sifat dapat memunculkan kesehatan atau keselamatan pekerja.
- c. Faktor sumber bahaya, yaitu: Perbuatan berbahaya, hal ini terjadi misalnya karena metode kerja yang salah, keletihan/kecapekan, sikap kerja yang tidak sesuai dan sebagainya. Kondisi/keadaan bahaya, yaitu keadaan yang tidak aman dari keberadaan mesin atau peralatan, lingkungan, proses, sifat pekerjaan.
- d. Faktor yang dihadapi, misalnya kurangnya pemeliharaan/perawatan mesin/peralatan sehingga tidak bisa bekerja dengan sempurna.

3. Klasifikasi Jenis Cidera Akibat Kecelakaan Kerja

Jenis cidera akibat kecelakaan kerja dan tingkat keparahan yang ditimbulkan membuat perusahaan melakukan pengklasifikasian jenis cidera akibat kecelakaan. Tujuan pengklasifikasian ini adalah untuk pencatatan dan pelaporan statistik kecelakaan kerja. Banyak standar referensi penerapan yang digunakan berbagai oleh perusahaan, salah satunya adalah standar Australia AS 1885-1 (1990). Berikut adalah pengelompokan jenis cidera dan keparahannya:

- a. Cidera fatal (*fatality*) adalah kematian yang disebabkan oleh cidera atau penyakit akibat kerja.
- b. Cidera yang menyebabkan hilang waktu kerja (*Loss Time Injury*) adalah suatu kejadian yang menyebabkan kematian, cacat permanen, atau kehilangan waktu kerja selama satu hari kerja atau lebih. Hari pada saat kecelakaan kerja tersebut terjadi tidak dihitung sebagai kehilangan waktu kerja.
- c. Cidera yang menyebabkan kehilangan hari kerja (*Loss Time Day*) adalah semua jadwal masuk kerja yang mana karyawan tidak bisa masuk kerja

karena cedera, tetapi tidak termasuk hari saat terjadi kecelakaan. Juga termasuk hilang hari kerja karena cedera yang kambuh dari periode sebelumnya. Kehilangan hari kerja juga termasuk hari pada saat kerja alternatif setelah kembali ke tempat kerja. Cedera fatal dihitung sebagai 220 kehilangan hari kerja dimulai dengan hari kerja pada saat kejadian tersebut terjadi.

- d. Tidak mampu bekerja atau cedera dengan kerja terbatas (*Restricted duty*) adalah jumlah hari kerja karyawan yang tidak mampu untuk mengerjakan pekerjaan rutinnnya dan ditempatkan pada pekerjaan lain sementara atau yang sudah di modifikasi. Pekerjaan alternatif termasuk perubahan lingkungan kerja pola atau jadwal kerja.
- e. Cedera dirawat di rumah sakit (*Medical Treatment Injury*) kecelakaan kerja ini tidak termasuk cedera hilang waktu kerja, tetapi kecelakaan kerja yang ditangani oleh dokter, perawat, atau orang yang memiliki kualifikasi untuk memberikan pertolongan pada kecelakaan.
- f. Cedera ringan (*First Aid Injury*) adalah cedera ringan akibat kecelakaan kerja yang ditangani menggunakan alat pertolongan pertama pada kecelakaan setempat, contoh luka lecet, mata kemasukan debu, dan lain-lain.
- g. Kecelakaan yang tidak menimbulkan cedera (*Non Injury Incident*) adalah suatu kejadian yang potensial, yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja atau penyakit akibat kerja kecuali kebakaran, peledakan dan bahaya pembuangan limbah.

2.2.5. Pengangkutan (*Hauling*)

Pengangkutan (*Hauling*) adalah proses pengangkutan yang dilakukan untuk memindahkan material bauksit dari lokasi penggalian atau front penambang material menuju lokasi pencucian atau pelabuhan (*jetty*). Jalan yang digunakan untuk lalulintas *dump truck* pengangkut tonase bermuatan banyak pada pengangkutan material bauksit disebut *haul road* atau jalan angkut. Pengangkutan bauksit tergantung pada jarak yang harus ditempuh. Pada pengangkutan jarak dekat, bauksit diangkat dengan menggunakan *dump truck*. Pada jarak yang lebih jauh dibutuhkan alat angkut antara lain *conveyor*, kereta api, tongkang dan kapal besar.

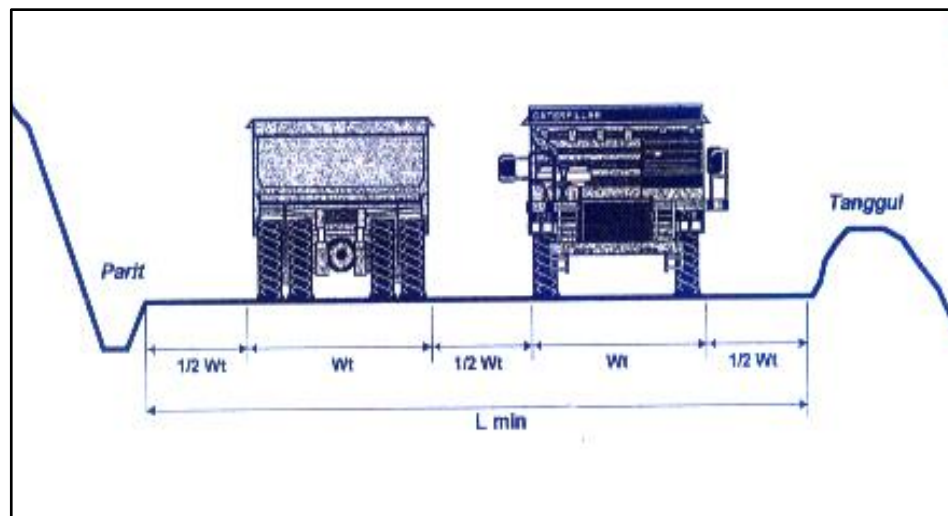
2.2.6. Geometri Jalan Angkut

Geometri jalan angkut sangat penting karena untuk mendukung lancarnya kegiatan pengangkutan maupun proses produksi dalam pertambangan. Adapun hal-hal penting yang harus diperhatikan untuk pada umumnya yaitu:

1. Lebar Jalan Angkut

Lebar jalan angkut diharapkan akan membuat lalu lintas pengangkutan lancar dan aman. Perhitungan lebar jalan angkut yang lurus dan belok (tikungan) berbeda karena pada posisi membelok kendaraan akan membutuhkan ruang gerak yang lebih lebar akibat jejak ban depan dan belakang yang ditinggalkan di atas jalan melebar.

- a. Lebar jalan angkut lurus minimum pada jalan lurus dengan lajur ganda atau lebih, menurut *Aastho Manual Rural High Way Design*, harus ditambah dengan setengah lebar alat angkut pada bagian tepi kiri dan kanan jalan (lihat Gambar 2.9).



Sumber: *Indonesianto, 2005*

Gambar 2.9 Lebar Jalan Angkut Dua Jalur Pada Jalan Lurus

Seandainya lebar kendaraan dan jumlah lajur yang direncanakan masing-masing adalah Wt dan n , maka lebar jalan angkut pada jalan lurus dapat dihitung dengan Rumus:

$$L = n.Wt + (n + 1) (1/2.Wt) \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

L = lebar jalan angkut minimum (m)

n = jumlah lajur

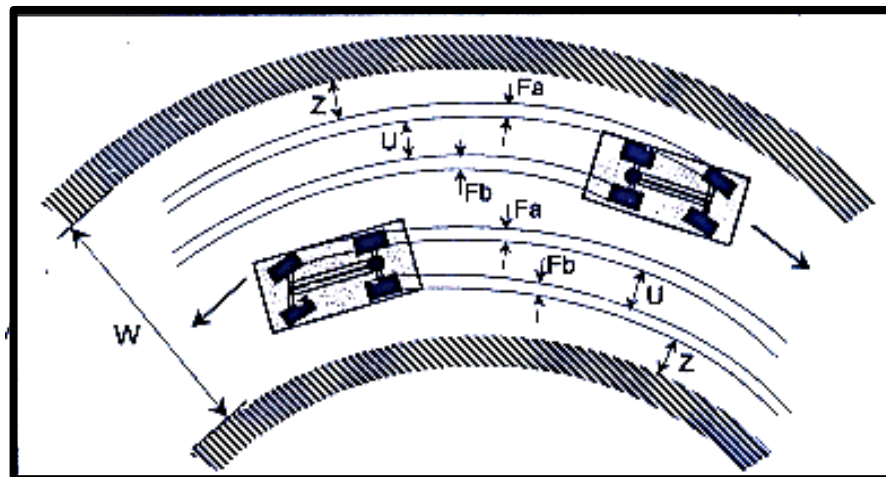
Wt = lebar alat angkut (m)

Nilai 0.5 di sini artinya lebar terbesar dari *dump truck* yang digunakan dan ukuran aman masing-masing kendaraan di tepi kanan kiri tepi jalan.

b. Lebar jalan angkut pada belokan

Lebar jalan angkut pada belokan atau tikungan selalu lebih besar dari pada lebar jalan lurus. Untuk lajur ganda, maka lebar jalan minimum pada belokan didasarkan atas:

- Lebar jejak ban;
- Lebar jantai atau tonjolan (*overhang*) alat angkut bagian depan dan belakang pada saat membelok;
- Jarak antar alat angkut atau kendaraan pada saat bersimpangan;
- Jarak dari kedua tepi jalan.



Sumber : Indonesianto, 2005

Gambar 2.10 Lebar Jalan Angkut Dua Jalur Pada Belokan

Dengan menggunakan ilustrasi pada gambar 2.7 dapat dihitung lebar jalan minimum pada belokan, yaitu seperti dilihat pada halaman selanjutnya:

$$W_{\min} = 2(U + Fa + Fb + Z) + C \dots\dots\dots (2.2)$$

$$Z = \frac{U + Fa + Fb}{2} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

W_{min} = lebar jalan angkut minimum pada belokan,m

U = lebar jejak roda (*center to center tires*),m

F_a = lebar jantai (*overhang*) depan,m

F_b = lebar jantai belakang,m

Z = lebar bagian tepi jalan,m

C = lebar antara kendaraan (*total lateral clearance*),m

2. Kemiringan Jalan Angkut

Kemiringan jalan berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut baik dalam pengereman maupun dalam mengatasi tanjakan. Kemiringan jalan pada umumnya dinyatakan dalam persen (%). Kemiringan jalan maksimum yang dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut truck berkisar antara 10%-15% atau sekitar 6-8,50°. Akan tetapi untuk jalan naik atau turun pada lereng bukit lebih aman bila kemiringan jalan maksimum sekitar 8% (=4,50°). Rumusnya sebagai berikut:

$$\% \text{ grade} = \frac{x}{y} \times 100\% \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

x = beda tinggi pada turunan atau tanjakan jalan angkut

y = panjang bidang miring jalan angkut

2.2.7 Konsep Penyebab Kecelakaan

Kecelakaan adalah suatu kejadian yang tidak direncanakan, tidak terkendali dan tidak dikehendaki yang disebabkan langsung oleh tindakan tidak aman (*unsafe act*) dan kondisi tidak aman (*unsafe condition*) sehingga menyebabkan terhentinya suatu kegiatan baik terhadap manusia maupun terhadap alat. Hal ini sering disebut sebagai konsep 3U yaitu *Unplanned*, *Undesirable* dan *Uncontrolled*. Kecelakaan yang terjadi selalu ada penyebabnya, penyebab yang paling utama adalah disebabkan oleh:

1. Tindakan tidak aman

Tindakan tidak aman yang berhubungan dengan tingkah laku para pekerja dalam melaksanakan pekerjaan pertambangan.

2. Kondisi tidak aman

Kondisi tidak aman yang berhubungan dengan kondisi tempat kerja atau peralatan yang digunakan dalam pekerjaan pertambangan. Terjadinya kecelakaan merupakan landasan dari manajemen keselamatan dan kesehatan kerja, oleh karenanya usaha keselamatan dan kesehatan kerja diarahkan untuk mengendalikan sebab terjadinya kecelakaan. Untuk dapat memahami dengan baik tentang sebab terjadinya kecelakaan kerja, maka manajemen dituntut memahami sumber terjadinya kecelakaan. Dalam kaitannya dengan manajemen keselamatan dan kesehatan kerja, sebab kecelakaan dapat bersumber dari empat kelompok besar, yaitu:

1. Faktor Lingkungan

Faktor ini berkaitan dengan kondisi di tempat kerja, yang meliputi:

- a. Keadaan lingkungan kerja
- b. Kondisi proses produksi

2. Faktor Alat Kerja

Dimana bahaya yang ada dapat bersumber dari peralatan dan bangunan tempat kerja yang salah dirancang atau salah pada saat pembuatan serta terjadinya kerusakan-kerusakan yang diakibatkan oleh seorang perancang. Selain itu, kecelakaan juga bisa disebabkan oleh bahan baku produksi yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan, kesalahan dalam penyimpanan, pengangkutan, dan penggunaan.

3. Faktor Manusia

Faktor ini berkaitan dengan perilaku tindakan manusia di dalam melakukan pekerjaan, meliputi:

- a. Kurang pengetahuan dan keterampilan dalam bidang pekerjaannya maupun dalam bidang keselamatan kerja.
- b. Kurang mampu secara fisik dan mental.
- c. Kurang motivasi kerja dan kurang kesadaran akan keselamatan kerja.
- d. Tidak memahami dan menaati prosedur kerja secara aman.

Bahaya yang ada bersumber dari faktor manusianya sendiri dan sebagian besar disebabkan tidak menaati prosedur kerja.

4. Kelemahan Sistem Manajemen

Faktor ini berkaitan dengan kurang adanya kesadaran dan pengetahuan dari pucuk pimpinan untuk menyadari peran pentingnya masalah Keselamatan dan Kesehatan Kerja, yang meliputi:

- a. Sikap manajemen yang tidak memperhatikan Keselamatan dan Kesehatan Kerja di tempat kerja.
- b. Tidak adanya standar atau kode Keselamatan dan Kesehatan kerja yang dapat diandalkan.
- c. Organisasi yang buruk dan tidak adanya pembagian tanggungjawab dan perlimpahan wewenang bidang keselamatan dan kesehatan kerja secara jelas.
- d. Sistem dan prosedur kerja yang lunak atau penerapannya tidak tegas.
- e. Prosedur pencatatan dan pelaporan kecelakaan atau kejadian yang kurang baik.
- f. Tidak adanya *monitoring* terhadap sistem produksi.

2.2.8 Bahaya dan Risiko

1. Bahaya

Bahaya adalah suatu keadaan yang memungkinkan atau berpotensi terhadap terjadinya kejadian kecelakaan berupa cedera, penyakit, kematian, kerusakan atau kemampuan melaksanakan fungsi operasional yang telah ditetapkan (Tarwaka, 2008). Jenis-jenis bahaya menurut Ramli (2010) ada 5 jenis yaitu: bahaya mekanis, bahaya listrik, bahaya kimiawi, bahaya fisis dan bahaya biologis. Jadi dapat disimpulkan bahwa bahaya adalah segala sesuatu yang berpotensi menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja jika terjadi kontak dengan manusia yang berakibat pada kerugian. Jenis bahaya dapat berupa bahaya mekanis, bahaya fisis, bahaya kimiawi, bahaya biologis dan bahaya listrik. Sedangkan bahaya yang biasanya terjadi di bengkel pengelasan yaitu bahaya akibat cahaya atau sinar las, bahaya asap atau debu, bahaya listrik, dan bahaya kebakaran.

2. Risiko

Risiko adalah suatu kemungkinan terjadinya kecelakaan dan kerugian pada periode waktu tertentu atau siklus operasi tertentu. Sedangkan tingkat risiko

merupakan perkalian antara tingkat keseringan dan keparahan (*severity*) dari suatu kejadian yang dapat menyebabkan kerugian, kecelakaan atau cedera dan sakit yang mungkin timbul dari pemaparan suatu *hazard* di tempat kerja (Tarwaka, 2008). Sedangkan menurut Ramli (2010), risiko K3 adalah risiko yang berkaitan dengan sumber bahaya yang timbul dalam aktivitas bisnis yang menyangkut aspek manusia, peralatan, material, dan lingkungan kerja.

2.2.9 Pedoman Keselamatan dan Kesehatan Kerja Berdasarkan Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi 1827 K Tahun 2018

1. Kecelakaan Tambang

Berdasarkan pasal 39, kecelakaan tambang harus memenuhi lima (5) unsur sebagai berikut:

- a. Benar-benar terjadi.
- b. Mengakibatkan cedera pekerja tambang atau orang yang diberi izin oleh Kepala Teknik Tambang.
- c. Akibat kegiatan usaha tambang.
- d. Terjadi pada jam pekerja tambang yang mendapat cedera atau setiap saat orang yang diberi izin.
- e. Terjadi di dalam wilayah usaha pertambangan atau wilayah proyek.

2. Penggolongan Kecelakaan Kerja

Berdasarkan Pasal 40 dalam, cedera akibat kecelakaan tambang harus dicatat dan digolongkan dalam kategori sebagai berikut:

a. Cidera Ringan

Cidera akibat kecelakaan tambang yang menyebabkan pekerja tambang tidak mampu melakukan tugas semula lebih dari satu (1) hari dan kurang dari tiga (3) minggu, termasuk hari Minggu dan hari libur.

b. Cidera Berat

1. Cidera akibat kecelakaan tambang yang menyebabkan pekerja tambang tidak mampu melakukan tugas semula lebih dari tiga (3) minggu, termasuk hari Minggu dan hari-hari libur.

2. Cidera akibat kecelakaan tambang yang menyebabkan pekerja tambang cacat tetap (*individu*) yang tidak mampu menjalankan tugas semula, dan

3. Cidera akibat kecelakaan tambang tidak tergantung dari lamanya pekerja tambang tidak mampu melaksanakan tugas semula, tetapi mengalami cidera seperti salah satu di bawah ini:

- Keretakan tengkorak kepala, tulang punggung, pinggul, lengan bawah, lengan atas, paha dan kaki.
- Pendarahan di dalam, atau pingsan disebabkan kurang oksigen.
- Luka berat atau luka terbuka/terkoyak yang dapat mengakibatkan ketidakmampuan tetap.
- Persendian yang lepas di mana sebelumnya tidak pernah terjadi.

c. Mati

Kecelakaan tambang yang mengakibatkan pekerja tambang mati dalam waktu 24 jam terhitung dari waktu terjadinya kecelakaan tersebut.

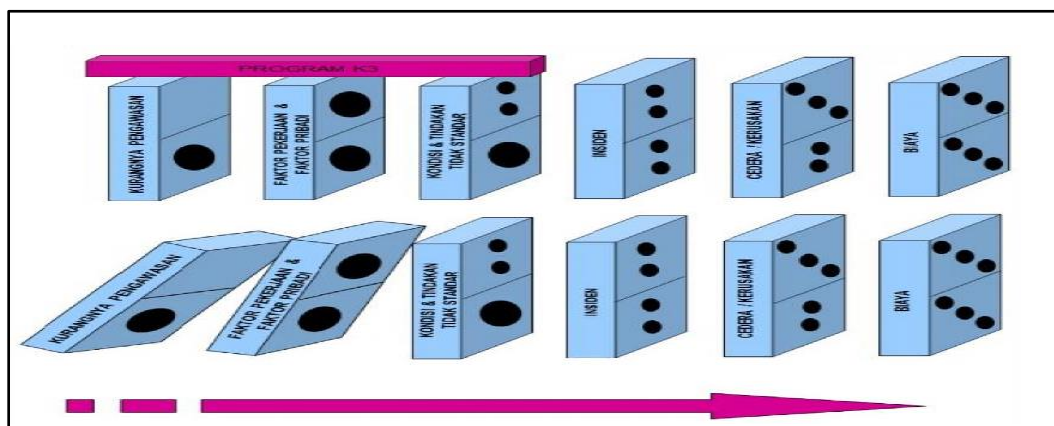
2.2.10 Teori Domino Frank E Bird & Germain

Merupakan teori modifikasi dari teori domino, yang lebih penting adalah memperhatikan bagaimana manajemen mencegah terjadinya kecelakaan kerja. Dalam teori ini ada beberapa konsep yang penting timbulnya kecelakaan yaitu:

1. *Lack of control* adalah kurangnya manajemen pengendalian
 - a. *Inadequate program* adalah program yang tidak memadai karena tidak ada kebijakan
 - b. *Inadequate standard* adalah *standard* keamanan perusahaan kurang memadai, memenuhi standard meliputi keamanan fisik, kimia, biologi. Seperti kurangnya APD (Alat Pelindung Diri) pekerja bangunan.
 - c. *Inadequate compliance* adalah tingkat kepatuhan pada pekerja yang buruk, seperti pada pekerja bangunan harus mengenakan APD tetapi pekerja tidak mau karena tidak ada *reward*.
2. *Basic causes* adalah penyebab dasar kecelakaan yang menyebabkan kondisi dan tindakan berbahaya
 - a. *Personal factor* (faktor manusia), seperti pengetahuan, keterampilan, fisiologis/mental, dan motivasi.

- b. *Job factor* (harus disesuaikan dengan kemampuan pekerja dan pekerjaan yang digeluti), seperti pengawasan yang kurang, perawatan yang tidak memadai, salah pengoperasian, dan faktor bahaya pekerjaan yang tinggi.
3. *Immediate causes* (penyebab langsung), seperti *unsafe action* dan *unsafe condition*. Tidak dipakainya perlengkapan keselamatan dan gejala kecelakaan sudah nampak dan mengarah akan terjadinya kecelakaan.
- a. *Substandard action*, seperti mesin/fasilitas oleh pekerja yang tidak punya kemampuan atau latihan yang cukup.
- b. *Substandard condition*, seperti suhu ruangan kerja yang terlalu dingin, gelap, ataupun kotor.
4. *Incident* adalah sudah terjadinya/hampir terjadinya kecelakaan kerja karena adanya kontak antara mesin dengan anggota tubuh pekerja. Seperti *fall* (jatuh), *slip* (tergelincir), *burn* (terbakar), *explode* (ledakan).
5. *Loss* adalah konsekuensi akibat kecelakaan yang terjadi dapat berupa:
- c. *Production delays* (tertunda) & *spoilage* (mesin/fasilitas rusak).
- d. *Minor dan mayor injuries* (*bodily damage, physical, dan metal injury*) luka ringan atau berat.
- e. *Time dan money loss* (kehilangan waktu dan harta benda).

Berikut gambar model kecelakaan kerja Frank E. Bird sama seperti domino beruntun yang menyebabkan robohnya bangunan lain (dapat dilihat pada gambar 2.11).



Sumber : Teori Domino Frank E. Bird & Germain, 1990

Gambar 2.11 Teori Domino

Menurut Heinrich, kunci untuk mencegah kecelakaan adalah dengan menghilangkan tindakan tidak aman yang merupakan poin ketiga dari lima faktor penyebab kecelakaan yang menyumbang 98% terhadap penyebab kecelakaan. Jika dianalogikan dengan kartu domino, maka jika kartu nomor 3 tidak ada lagi, seandainya kartu nomor 1 dan 2 jatuh maka tidak akan menyebabkan jatuhnya semua kartu. Dengan adanya jarak antara kartu kedua dengan kartu keempat, maka ketika kartu kedua terjatuh tidak akan sampai menimpa kartu nomor 4. Akhirnya kecelakaan pada poin 4 dan cedera pada poin 5 dapat dicegah. Kondisi tidak aman sebagai kartu domino awal jika tidak di *handling* dengan tepat tentunya akan menyebabkan potensi kecelakaan. Potensi kecelakaan ini akan tetap tersimpan sampai benar-benar terjadi kelalaian manusia. Kelalaian manusia ini akan juga menyebabkan adanya tindakan tidak aman (*unsafe act*) sehingga akan memicu terjadinya kecelakaan.

Langkah pertama dalam menciptakan lingkungan kerja yang aman adalah untuk memastikan orang di dalamnya mengikuti semua hukum dan peraturan perusahaan. Tetapi jika seseorang terluka dan ditemukan perusahaan tidak mematuhi undang-undang, maka perusahaan bisa berakhir dalam masalah hukum yang serius.

Sebagai suatu peristiwa, kecelakaan tentunya tidak bisa diduga datangnya. Namun bukan berarti kecelakaan kerja tidak dapat dicegah. Dampak maupun resiko dari kecelakaan kerja dapat diminimalisir melalui penggunaan peralatan pelindung dan pengetahuan para tenaga kerjanya.

2.2.11 Metode Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko

1. Metode HIRARC

Metode HIRARC adalah metode yang terdiri dari identifikasi bahaya (*hazard identification*), penilaian risiko (*risk assessment*), pengendalian risiko (*risk control*). Berikut cara mengolah data dan analisa data menggunakan metode HIRARC:

a. Identifikasi bahaya

Bahaya adalah sesuatu yang dapat menyebabkan cedera pada manusia atau kerusakan pada alat atau lingkungan. Macam-macam kategori *hazard* (Rudi Suardi, 2007) adalah bahaya fisik, bahaya kimia, bahaya

mekanik, bahaya elektrik, bahaya ergonomi, bahaya kebiasaan, bahaya lingkungan, bahaya biologi, dan bahaya psikologi.

b. Penilaian Risiko (*Risk Assessment*)

Setelah semua bahaya dapat diidentifikasi, dilakukan penilaian risiko melalui analisis risiko dan evaluasi risiko. Analisis risiko dimaksudkan untuk menentukan suatu besarnya risiko dengan mempertimbangkan kemungkinan terjadinya dan besar akibat yang ditimbulkannya. Berdasarkan hasil analisis dapat ditentukan peringkat risiko sehingga dapat dilakukan penilaian risiko yang memiliki dampak besar terhadap perusahaan dan risiko yang ringan atau dapat diabaikan. Hasil analisis risiko akan dievaluasi dan dibandingkan dengan kriteria yang telah ditetapkan atau standar dan norma yang berlaku untuk menentukan apakah risiko tersebut dapat diterima atau tidak. Jika risiko dinilai tidak dapat diterima, harus dikelola atau ditangani dengan baik. Penilaian risiko ini sangat penting karena dapat membentuk opini atau persepsi terhadap suatu risiko. Penilaian risiko adalah suatu upaya untuk menghitung besarnya suatu risiko dan menetapkan apakah risiko tersebut dapat diterima atau tidak. Penilaian (*risk assessment*) mencakup dua tahapan proses yaitu menganalisis risiko (*risk analysis*) dan mengevaluasi risiko (*risk evaluation*). Kedua tahapan ini sangat penting karena akan menentukan langkah dan strategi pengendalian risiko. Analisis risiko adalah untuk menentukan besarnya suatu risiko yang merupakan kombinasi antara kemungkinan terjadinya kemungkinan (*likelihood*) dan keparahan bila risiko tersebut terjadi (*severity* atau *consequences*). Evaluasi risiko adalah untuk menilai apakah risiko tersebut dapat diterima atau tidak, dengan membandingkan terhadap standar yang berlaku, atau kemampuan organisasi untuk menghadapi suatu risiko. Dalam penilaian risiko terdapat 3 teknik analisis yaitu:

1. Teknik analisis kualitatif
2. Teknik analisis semi kuantitatif
3. Teknik analisis kuantitatif

c. Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko merupakan cara untuk mengatasi potensi bahaya yang terdapat dalam lingkungan kerja. Potensi bahaya tersebut dapat dikendalikan dengan menentukan suatu skala prioritas terlebih dahulu yang kemudian dapat membantu dalam prioritas terlebih dahulu yang kemudian dapat membantu dalam pemilihan pengendalian resiko yang disebut hirarki pengendalian risiko. Hirarki pengendalian resiko menurut OHSAS 18001:2007, terdiri dari lima hirarki pengendalian yaitu eliminasi, substitusi, *engineering control*, *Administrative control*, dan Alat Pelindung Diri (APD). Tabel penjelasan 5 hirarki pengendalian dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Penjelasan 5 Hirarki Pengendalian

No.	Hirarki Pengendalian	Penjelasan Hirarki Pengendalian
1.	Eliminasi	Teknik pengendalian yang dilakukan dengan cara menghilangkan langsung bahaya yang ada.
2.	Substitusi	Teknik pengendalian yang dilakukan dengan mengganti sesuatu yang bahaya atau peralatan yang lebih aman.
3.	Rekayasa Teknik/ <i>Engineering Control</i>	Teknik pengendalian dengan mengubah desain tempat kerja, mesin peralatan atau proses kerja menjadi lebih aman.
4.	Administratif	Teknik pengendalian yang difokuskan dalam penggunaan SOP (Standar Operasional Prosedur) sebagai langkah mengurangi tingkat risiko
5.	APD (Alat Pelindung Diri)	Langkah pengendalian terakhir yang dilakukan yang berfungsi untuk mengurangi keparahan akibat dari bahaya yang ditimbulkan

Sumber : OHSAS 18001:2007

2. Metode HIRA

HIRA (*Hazard Identification and Risk Assessment*) adalah suatu metode atau teknik untuk mengidentifikasi potensi bahaya kerja dengan mendefinisikan karakteristik bahaya yang mungkin terjadi dan mengevaluasi risiko yang terjadi melalui penilaian risiko dengan menggunakan matriks penilaian risiko. Proses Identifikasi dan Penilaian Resiko terkait dengan pekerjaan / kegiatan dalam lingkup usaha / aktivitas organisasi atau perusahaan. Bahaya adalah sumber / situasi atau tindakan yang berpotensi untuk menciderai manusia atau sakit penyakit atau kombinasi dari keduanya. Risiko adalah kombinasi dari kemungkinan terjadinya bahaya atau paparan dengan keparahan suatu cedera atau sakit penyakit yang dapat disebabkan oleh kejadian/paparan tersebut.

3. Metode HIRADC

HIRADC adalah salah satu bagian dari standar OHSAS 1800;2007 *clause* 4.3.1, di Indonesia biasa juga disebut sebagai *risk assessment* atau identifikasi bahaya dan aspek K3L. Di klausa itu menyebutkan bahwa organisasi harus menetapkan, membuat, menerapkan dan memelihara prosedur untuk melakukan identifikasi bahaya, penilaian risiko dan menentukan pengendalian bahaya dan risiko yang diperlukan. Di dalam klausa ini menjelaskan mengenai proses/hal-hal yang harus diperhatikan dalam pelaksanaan HIRADC:

1. *Hazard*/bahaya
2. *Risk*/risiko
3. Penentuan untuk pengendalian bahaya dan risiko (harus mempertimbangkan hirarki dari pengendalian: eliminasi, substitusi, isolasi, *engineering control*, penandaan/peringatan/*administrative control*, PPE)
4. Perubahan dari manajemen
5. Pencatatan dan dokumentasi dari kegiatan HIRADC (misalnya: *HIRADC register*)
6. Tinjauan yang berkelanjutan

Di dalam (OHSAS 18001;2007) menerangkan hal-hal yang harus masuk dalam membuat HIRADC, karena HIRADC merupakan salah satu dasar dari penerapan OHSAS :

1. Kegiatan rutin dan non rutin (keadaan gawat darurat, bencana alam, kegiatan pemeliharaan yg diluar jadwal, pembersihan, pengoperasian mesin, *shut down / start up*, visit dari kontraktor/pelanggan, keadaan lain yg memang tidak rutin dilakukan oleh organisasi).
2. Semua kegiatan yang memungkinkan seluruh pekerja/orang mempunyai akses masuk di area kerja (termasuk kontraktor dan juga pengunjung/tamu).
3. Perilaku manusia, kemampuan, dan juga faktor manusia. (sifat, kesalahan dari pihak manusia, perilaku, kebiasaan, stress dll).
4. Bahaya yang berasal dari luar tempat kerja yang dapat menimbulkan efek buruk ke kesehatan dan keselamatan pekerja di organisasi.
5. Hazard/ bahaya yang timbul dari kegiatan yg berkaitan dengan pekerjaan atau aktivitas yang berada dibawah kendali dilingkungan kerja dan organisasi (semua ini jg bisa berasal dari aspek lingkungan).
6. Infrastruktur/sarana/prasarana, peralatan dan material di tempat kerja, yang disediakan oleh pihak organisasi atau pihak luar.
7. Perubahan atau rencana perubahan pada organisasi, kegiatannya, dan bahan yang digunakan.
8. Modifikasi dari SMK3, termasuk yang bersifat sementara, dan pengaruhnya terhadap kegiatan operasi, proses atau aktivitas.
9. Semua peraturan yang mengikat yang berkaitan dengan penilaian risiko dan pengendalian yang dibutuhkan.
10. Desain dari area kerja, proses, instalasi, mesin/peralatan, termasuk kemampuan adaptasi dari pekerja/manusia.

Metode HIRA, HIRARDC, dan HIRARC memiliki perbedaaan dari masing-masing metode tersebut, berikut tabel perbedaannya:

Tabel 2.5 Perbedaan Metode HIRA, HIRADC, dan HIRARC

No.	Metode	Perbedaan
1.	HIRA	Tidak menggunakan control atau pengendalian dalam identifikasi bahaya
2.	HIRARDC	Menggunakan control atau pengendalian dalam identifikasi bahaya tetapi dipakai di tempat kerja oleh DOSH Malaysia
3.	HIRARC	Menggunakan control atau pengendalian dalam identifikasi bahaya yang dikeluarkan oleh OHSAS

Sumber: *OHSAS 18001:2007*

2.2.13 Analisis Risiko Dengan Menggunakan Teknik Analisis Kualitatif

Risk assessment adalah proses penilaian yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya yang dapat terjadi. Tujuan dari *risk assessment* adalah memastikan kontrol resiko dari proses, operasi atau aktivitas yang dilakukan berada pada tingkat yang dapat diterima. Penilaian dalam *risk assessment* yaitu *Likelihood* dan *severity*. *Likelihood* menunjukkan seberapa mungkin kecelakaan itu terjadi, *Severity* menunjukkan seberapa parah dampak dari kecelakaan tersebut. Nilai dari *likelihood* dan *severity* akan digunakan untuk menentukan *risk rating*. *Risk rating* adalah nilai yang menunjukkan resiko yang ada berada pada tingkat rendah, menengah, tinggi, atau ekstrim (AS/NZS 4360:2004). Acuan dalam penilaian risiko ini dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.6 Skala “Kemungkinan (*Likelihood*)”

Tingkat	Deskripsi	Keterangan
1	<i>Rare</i>	Sangat jarang terjadi
2	<i>Unlikely</i>	Jarang terjadi
3	<i>Posibble</i>	Dapat terjadi sewaktu-waktu
4	<i>Likely</i>	Sangat mungkin terjadi di semua keadaan
5	<i>Almost Certain</i>	Terjadi hampir di semua keadaan

Sumber: *AZ/NZS 4360:2004*

Tabel 2.7 Skala “Keparahan (*Severity*)”

Tingkat	Deskripsi	Keselamatan dan Kesehatan	Lingkungan
1	<i>Insignificant</i>	Tidak terjadi cedera, kerugian finansial sedikit	Dampak yang terjadi kecil pada perubahan biologis dari lingkungan hidup
2	<i>Minor</i>	Cedera ringan, kerugian finansial sedikit	Sedang, jangka pendek efek tapi tidak mempengaruhi ekosistem fungsi
3	<i>Moderate</i>	Cedera sedang, perlu penanganan medis, kerugian finansial besar	Dampak yang serius dan memiliki efek jangka waktu sedang terhadap lingkungan
4	<i>Major</i>	Cedera berat ≥ 1 orang, kerugian besar, gangguan produksi	Dampak sangat serius, jangka panjang terhadap lingkungan penurunan nilai ekosistem fungsi
5	<i>Catastrophic</i>	Fatal ≥ 1 orang, kerugian sangat besar dan dampak sangat luas, terhentinya seluruh kegiatan	

Sumber: AZ/NZS 4360:2004

Tabel 2.8 “Skala Penilaian Risiko (*Risk Rating*)”

<i>Likelihood</i> (Kemungkinan)	<i>Severity</i> (Keparahan)				
	1	2	3	4	5
<i>Almost Certain</i> (5)	<i>Medium</i> (5x1)	<i>High</i> (5x2)	<i>High</i> (5x3)	<i>Very high</i> (5x4)	<i>Very high</i> (5x5)
<i>Likely</i> (4)	<i>Medium</i> (4x1)	<i>Medium</i> (4x2)	<i>High</i> (4x3)	<i>High</i> (4x4)	<i>Very high</i> (4x5)
<i>Possible</i> (3)	<i>Low</i> (3x1)	<i>Medium</i> (3x2)	<i>High</i> (3x3)	<i>High</i> (3x4)	<i>High</i> (3x5)
<i>Unlikely</i> (2)	<i>Low</i> (2x1)	<i>Low</i> (2x2)	<i>Medium</i> (2x3)	<i>Medium</i> (2x4)	<i>High</i> (2x5)
<i>Rare</i> (1)	<i>Low</i> (1x1)	<i>Low</i> (1x2)	<i>Medium</i> (1x3)	<i>Medium</i> (1x4)	<i>High</i> (1x5)

Sumber: AZ/NZS 4360:2004

Tabel 2.9 “Skala Tingkat Risiko (*Level of Risk*)”

Risk Rank	Deskripsi
17 – 25	<i>Extreme High Risk (E)</i> – Risiko Sangat Tinggi
10 – 16	<i>High Risk (H)</i> – Risiko Tinggi
5 – 9	<i>Medium Risk (M)</i> – Risiko Sedang
1 – 4	<i>Low Risk (L)</i> – Risiko Rendah

Sumber: AZ/NZS 4360:2004

2.2.12 Statistik Kecelakaan Kerja

1. *Frequency Rate (FR)*

Frequency Rate adalah angka banyaknya kecelakaan untuk setiap satu juta jam manusia. *Frequency rate* digunakan untuk mengidentifikasi jumlah korban kecelakaan kerja pada periode tertentu terhadap per sejuta orang pekerja. Perhitungan tingkat kekerapan (FR) cedera hilang waktu kerja (*Loss Time Injury*) adalah jumlah cedera HWK untuk setiap 1.000.000 jam kerja dibagi dengan jumlah jam kerja seluruh karyawan dalam periode tersebut. Perhitungan tingkat kekerapan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$FR = \frac{\text{Jumlah cedera hilang waktu kerja}}{\text{Jumlah jam kerja seluruh karyawan}} \times 1.000.000 \dots\dots\dots (2.5)$$

Standar Permenaker diatas dalam perhitungan statistik sesuai dengan standar ILO dengan angka 1.000.000 yaitu angka 1.000.000 = (50 minggu/tahun) x (40 jam/minggu) x 500 pekerja, sehingga dapat dikatakan angka denominator 1.000.000 sama artinya angka kecelakaan per 500 (lima ratus) pekerja

- Standar perhitungan statistik versi OSHA (*Occupational Safety Health Administration*) dengan angka 200.000 dengan angka 200.00 = (50 minggu/tahun) x (40 jam/minggu) x 100 pekerja, sehingga dapat dikatakan angka denominator 200.000 sama artinya angka kecelakaan per 100 (seratus) pekerja.

2. *Severity Rate (SR)*

Severity Rate adalah angka kekerapan kecelakaan kerja atau hilangnya hari kerja akibat kecelakaan kerja untuk persejuta jam kerja orang. Berikut rumus perhitungan *severity rate*:

$$SR = \frac{\text{Jumlah pembebanan hari hilang waktu kerja}}{\text{Jumlah jam kerja seluruh karyawan}} \times 1.000.000 \dots (2.6)$$

3. *Safe- T Score*

Safe T score adalah nilai indikator untuk menilai tingkat perbedaan antara dua kelompok yang dibandingkan. Apakah perbedaan pada dua kelompok tersebut bermakna atau tidak. Dalam statistik biasanya disebut sebagai t-test. Perbedaan ini dinilai untuk membandingkan kinerja suatu kelompok dengan kinerja sebelumnya. Hasil perbedaan ini dapat dijadikan apakah terjadi perbedaan yang mencolok atau tidak. Selanjutnya dapat dipakai untuk menilai kinerja yang telah kita lakukan.

$$Safe\ T\ Score = \frac{\text{Frequency rate sekarang} - \text{Frequency rate sebelumnya}}{\sqrt{\frac{\text{Frequency rate sebelumnya}}{1.000.000}}} \dots (2.7)$$

Score positif dari *Safe T Score* mengindikasikan jeleknya record kejadian, sebaliknya score negatif menunjukkan peningkatan record terdahulu. Interpretasi dari *Score* ini selengkapnya sebagai berikut:

- *Safe T Score* diantara +2.00 menunjukkan kurang
- *Safe T Score* lebih kecil atau sama dengan -2.00 menunjukkan
- Membaiknya performance/kinerja K3 atau ada sesuatu yang baik dan perlu dipertahankan.

2.3 Hasil Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian terdahulu bertujuan untuk membandingkan penelitian yang sedang dilakukan dengan penelitian sebelumnya dan sebagai langkah awal untuk mewujudkan penelitian tanpa adanya unsur plagiasi dari hasil penelitian orang lain. Dengan demikian, dapat diketahui perbedaan dan ciri khas penelitian yang sedang dilakukan. Beberapa hal penting yang perlu diketahui dalam penelitian ini adalah nama/judul penelitian, judul, tujuan, metode dan hasil penelitian. Untuk hasil penelitian terdahulu dapat dilihat pada tabel 2.10 berikut

Tabel 2.10 Hasil Penelitian Terdahulu

Nama/Tahun	Judul	Tujuan	Metode	Hasil/Output
Rika Almaida Simanjuntak dan Rijal Abdullah/2018	Tinjauan Sistem dan Kinerja Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja Tambang Bawah Tanah CV Tahiti Coal Talawi, Sawahlunto, Sumatera Barat	Mengetahui penyebab sering terjadinya kecelakaan dan tingkat resiko kecelakaan pada perusahaan tersebut dengan menerapkan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja	Menggunakan metode JSA dan JHA untuk menegetahui potensi kecelakaan kerja	Sistem manajemen K3 di perusahaan CV Tahiti Coal masih buruk karena Persentase penyebab kecelakaan yang tinggi dan SOP belum lengkap
Intan Deslinatika Putri/2017	Pengaruh Pelaksanaan Kesehatan dan Keselamatan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan PT Bukit Asam (Persero) Tbk. Unit Pelabuhan Tarahan	Mengetahui pengaruh pelaksanaan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) terhadap kinerja karyawan PTBukit Asam (Persero) Tbk. Unit Pelabuhan Tarahan	Dengan observasi dan membagikan questioner	Penerapan K3 untuk kesejahteraan karyawan di PT Bukit Asam (Pesero) sudah baik
Hafidz Ainun/2017	Evaluasi Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pada Penambangan Batu Andesit di PT. Arga Wastu, Kabupaten Rembang Provinsi Jawa Tengah	Evaluasi untuk meminimalkan kerugian akibat hubungan kerja dan menganalisa Standar Operasional Prosedur (SOP) pada perusahaan	Metode regresi berganda menggunakan <i>software</i> SPSS 19	Penerapan K3 tambang di PT. Arga Wastu belum baik karena perusahaan belum memenuhi 7 elemen yang ada di dalam SMKP

Tabel 2.10 Hasil Penelitian Terdahulu (lanjutan)

Nama/Tahun	Judul	Tujuan	Metode	Hasil/Output
Gilang Rakata/2017	Kajian Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pada Tambang Batu Gamping PT. Sugih Alamanugroho Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta	Menghitung tingkat resiko kecelakaan kerja, menganalisis dan evaluasi hal-hal yang sering menyebabkan kecelakan kerja, dan mengevaluasi kinerja manajemen keselamatan dan kesehatan kerja.	Metode observasi dan wawancara	Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada PT. Sugih Alamanugroho sudah baik walaupun belum maksimal
Nick Faldo/2018	Kajian Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pada Kegiatan Penambangan Batu Andesit PT. Amir Hajar Kils, Kabupaten Rembang	Untuk mengetahui faktor penyebab terjadinya kecelakaan, risiko kecelakaan serta penyakit akibat bekerja pada kegiatan pembongkaran, pemuatan dan pengangkutan	Metode pengamatan lapangan, dokumentasi, dan wawancara	PT. Amir Hajar Kils belum baik karena tidak menggunakan alat pelindung diri saat bekerja

Tabel 2.10 Hasil Penelitian Terdahulu (lanjutan)

Nama/Tahun	Judul	Tujuan	Metode	Kesimpulan
Henry Maradona/2013	Tinjauan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pada Area Penambangan dan Pengolahan Tambang Terbuka PT. Atoz Nusantara Mining Kabupaten Pesisir Selatan Provinsi Sumatera Barat	Untuk mengetahui tingkat risiko kecelakaan, mencegah agar kecelakaan sejenis tidak terjadi lagi, menurunkan tingkat kecelakaan kerja dengan menganalisis hal-hal yang sering menyebabkan kecelakaan kerja, menganalisis kesehatan dan mencegah penyakit yang timbul akibat bekerja.	Wawancara dan observasi	PT. Atoz Nusantara Mining, masih banyak terdapat tindakan tidak aman dan kondisi tidak aman yang berpotensi menyebabkan terjadinya kecelakaan.
Pandu Pradipta/2018	Kajian keselamatan dan Kesehatan Kerja Pada Pengangkutan Batubara PIT RTSG PT. Pamapersada Nusantara Jobsite Kideco Jaya Agung Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur	Menghitung statistik kecelakaan yang terjadi pada setiap tahunnya, juga dilakukan analisis untuk mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja.	Metode pengamatan lapangan, dokumentasi, dan wawancara	Berdasarkan elemen keempat pada Sistem Manajemen Keselamatan Pertambangan (SMKP), PT. Pamapersada Nusantara telah melaksanakan program-program Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Namun, masih ada beberapa program yang belum sepenuhnya terimplementasi sepenuhnya

Tabel 2.10 Hasil Penelitian Terdahulu (lanjutan)

Nama/Tahun	Judul	Tujuan	Metode	Kesimpulan
Risna Anggraini/2018	Kajian Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pada Kegiatan Pengangkutan Batubara (<i>coal hauling</i>) PT Lembuswana Perkasa Samboja, Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur	Menganalisa tingkat kekerapan dan tingkat keparahan yang terjadi pada setiap tahunnya, juga dilakukan analisis untuk mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Dilakukan pula evaluasi terhadap implementasi program keselamatan dan Kesehatan kerja.	Metode pengamatan lapangan, dokumentasi, dan wawancara	Berdasarkan elemen keempat pada Sistem Manajemen Keselamatan Pertambangan (SMKP), PT Lembuswana Perkasa telah melaksanakan program-program Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Namun, masih ada beberapa program yang belum sepenuhnya terimplementasi sepenuhnya