

**TINGKAT KEBISINGAN, SUHU DAN PENERANGAN PADA LOKASI
KERJA TAMBANG PT. SEMEN PADANG
INDARUNG, SUMATERA BARAT**

SKRIPSI

*Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pertambangan*



**REFKY ADI NATA
NIM. 2012/1207500**

**PROGRAM STUDI STRATA I TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2014**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

SKRIPSI

Judul : Tingkat Kebisingan, Suhu dan Penerangan pada Lokasi
Kerja Tambang PT. Semen Padang, Indarung Sumatera
Barat
Nama : Refky Adi Nata
NIM/BP : 1207500/2012
Program Studi : S1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Padang,

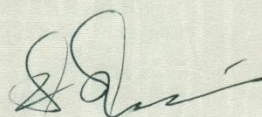
Disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II



Drs. Yunasril, M.Si
NIP.19541230 198203 1 003



DR. Rijal Abdullah, MT
NIP.19610328 198609 1 001

Ketua Jurusan



Drs. Bambang Heriyadi, MT
NIP. 19641114 198903 1 002

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Refky Adi Nata
NIM : 1207500/2012

Dinyatakan lulus setelah mempertahankan skripsi di depan Tim Penguji
Program Studi Teknik Pertambangan
Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang
dengan judul:

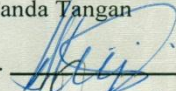
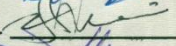
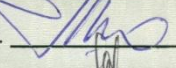
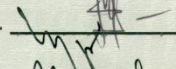
**Tingkat Kebisingan, Suhu dan Penerangan pada Lokasi Kerja Tambang
PT. Semen Padang, Indarung Sumatera Barat**

Padang, 23 Januari 2014

Tim Penguji

1. Ketua : Drs. Yunasril, M.Si
2. Sekretaris : DR. Rijal Abdullah, MT
3. Anggota : Drs. Bambang Heriyadi, MT
4. Anggota : Fadhilah, S.Pd, M.Si
5. Anggota : Drs. Murad MS, MT

Tanda Tangan

1. 
2. 
3. 
4. 
5. 



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131

Telp. FT: (0751)7055644, 445118 Fax: 7055644

Homepage: <http://pertambangan.ft.unp.ac.id> E-mail: mining@ft.unp.ac.id



Management
System
ISO 9001:2008

www.tuv.com
ID: 9105046446

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Refky Adi Nata
NIM/TM : 1207500 / 2012
Program Studi : S1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi/Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan Judul
Tingkat Kebisingan, Suhu dan Penerangan Pada Lokasi
Kerja Tambang PT. Semen Padang
Indarung Sumatera Barat.

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

Drs. Bambang Heriyadi, MT
NIP. 19641114 198903 1 002

Saya yang menyatakan,



Refky Adi Nata

ABSTRACT

Mining venture is an undertaking activity of mineral and coal which involves some steps such as general investigation, exploration, properness study, contrsuction, mining, processing and purification, transportation and sale, also post-mining. Just like any other industry, mechanic activity on mining and machinery equipment would have a negative impact to the environment. One of the aspect that an industrial should pay a great attention is the workers' ease during work hours (temperature, audio, and visual).

Research shows that at the working units location of crusher, breaker, and drilling, those are above the threshold level value (NAB); **92.9 dB** at the crusher, **88.8 dB** at the breaker, **105.4 dB** at the drilling. Whereas, the loudness level value at the explotion activity and at the heavy equipment workshop is still under the threshold level value (NAB) and still secure the workers at that working units; **78.0 dB** at the explotion activity and **76.6 dB** at the heavy equipment workshop.

The lighting energy at both locations are secure, **75 Lux** at the crusher location, and **67 Lux** at the workshop location.

The temperature at the crusher location is under the threshold level value (NAB), that is **26,5° C**. The type of job in that room is an easy one and secure, on condition that the temperature should be no more than 30° C. Whereas, it is above the threshold level value (NAB): **28.3 dB** at the workshop location since the job category is a hard one, on condition no more than 25° C.

ABSTRAK

Usaha pertambangan adalah kegiatan dalam rangka pengusahaan mineral atau batubara yang meliputi tahapan kegiatan penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, kontruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta *pasca* tambang. Sama seperti kegiatan industri lainnya bahwa kegiatan mekanis dalam pertambangan dan perangkat permesinan pasti akan menghasilkan efek samping terhadap lingkungan sekitarnya. Salah satu aspek yang harus menjadi perhatian industri adalah kenyamanan bagi tenaga kerja saat melaksanakan pekerjaannya. Kenyamanan di sini adalah kenyamanan suhu, kenyamanan audio, dan kenyamanan visual.

Dari hasil penelitian ini bahwa di lokasi unit kerja *crusher*, *breaker* dan pemboran berada diatas Nilai Ambang Batas (NAB) yaitu sebesar; di *crusher* sebesar **92,9 dB**, di *breaker* sebesar **88,8 dB**, di pemboran **105,4 dB**. Sedangkan untuk kegiatan peledakan dan lokasi *workshop* alat berat, nilai tingkat kebisingan masih berada dibawah Nilai Ambang Batas (NAB) dan masih aman bagi pekerja di unit kerja tersebut, yaitu pada kegiatan peledakan sebesar **78,0 dB** dan di *workshop* alat berat **76,6 dB**.

Untuk kuat penerangan di kedua lokasi aman di lokasi *crusher* sebesar **75 Lux**, sedangkan yang di lokasi *workshop* sebesar **67 Lux**.

Untuk suhu di lokasi *crusher* dibawah Nilai Ambang Batas (NAB) diperoleh sebesar **26,5°C**. Jenis pekerjaan di ruang tersebut termasuk jenis pekerjaan ringan maka masih dalam kondisi aman dengan syarat ketentuan tidak lebih dari 30°C. Sedangkan di *workshop* berada diatas Nilai Ambang Batas (NAB) yaitu sebesar **28,3°C**, hal ini dikarenakan jenis pekerjaan yang dialami oleh pekerja tersebut termasuk pekerjaan berat, dengan syarat ketentuan tidak lebih dari 25°C.

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan Syukur penulis mohonkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia yang telah dilimpahkan-Nya. sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan sebaiknya, dan seterusnya sholawat dan salam penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, agar disampaikan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW , keluarga dan para Sahabatnya.

Penyelesaian Tugas Akhir ini ditulis berdasarkan penelitian yang penulis lakukan di PT. Semen Padang Indarung, Sumatera Barat.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Pertambangan Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang (UNP). Penelitian ini berjudul **“Tingkat kebisingan, Suhu dan Penerangan Pada Lokasi Kerja Tambang PT. Semen Padang Indarung, Sumatera Barat ”**

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya atas semua fasilitas, bantuan, bimbingan dan saran kepada penulis. Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya penulis tujukan kepada :

1. Teristimewa kepada kedua orang tua dan keluarga besar penulis yang telah memberikan do'a, cinta, kasih sayang dan dorongan baik moril maupun material yang selalu menjadi penyemangat penulis.
2. Bapak Drs. Bambang Heriyadi, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Drs. Yunasril, MSi selaku Pembimbing I , terimakasih atas arahnya.

4. DR. Rijal Abdullah, MT, selaku Pembimbing II , terimakasih atas arahannya.
5. Seluruh Dosen pengajar Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.
6. Prof. Drs. Ganefri, M.Pd, P.hD. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
7. Rekan – Rekan Mahasiswa Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
8. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan, karena itu penulis mengharapkan saran serta kritik yang sifatnya membangun guna memperbaiki isi dari Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga penulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan penulis sendiri. Terimakasih.

Padang,

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI	i
PENGESAHAN TIM PENGUJI	ii
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	6
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Sejarah Perusahaan	7
B. Lokasi Geografis	8
C. Struktur Organisasi	9
D. Keadaan Geologi	9
E. Cadangan dan Kualitas	12
F. Kegiatan Penambangan <i>Quarry</i> Bukit Karang Putih	13

	G. Kegiatan Industri	19
	H. Kebisingan	19
	I. Suhu/ Tekanan Panas	26
	J. Penerangan	33
	K. Perasaan Kelelahan Kerja	35
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	
	A. Jenis Penelitian	42
	B. Lokasi Penelitian	42
	C. Populasi dan Sampel	43
	D. Pengambilan Data	43
	E. Analisa Data	44
	F. Kerangka Konseptual	45
	G. Jadwal Penelitian	46
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	
	A. Tingkat Kebisingan	47
	B. Suhu	50
	C. Kuat Penerangan	51
BAB V	PENUTUP	
	A. Kesimpulan	53
	B. Saran	54
	DAFTAR PUSTAKA	56
	LAMPIRAN.....	58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Peta Lokasi PT. Semen Padang	8
Gambar 2 Struktur Organisasi PT. Semen Padang	9
Gambar 3 Statigrafi Bukit Karang Putih	12
Gambar 4 Alat Bor <i>SANDVIK</i> DP 1100	15
Gambar 5 Kegiatan Peledakan di <i>Quarry</i> Karang Putih	16
Gambar 6 Proses <i>Loading</i> Batu Gamping	17
Gambar 7 Skema Pengolahan <i>Crusher</i> Batu kapur PT. Semen Padang	18
Gambar 8 Contoh Posisi Penerangan	34

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1	Hasil Wawancara Awal Terhadap Pekerja Bagian
	Operasional Penambangan PT. Semen Padang 3
Tabel 2	Hasil Analisis Kimiawi Contoh Batu Gamping 13
Tabel 3	Nilai Ambang Batas Kebisingan Berdasarkan
	Pemajanan Perhari..... 23
Tabel 4	Baku Mutu Kebisingan 24
Tabel 5	Nilai Ambang Batas Iklim Kerja
	Indeks Suhu Basah dan Bola (ISBB) 31
Tabel 6	Jadwal Penelitian..... 46
Tabel 7	Hasil Pencatatan Pengukuran Tingkat Kebisingan yang
	Diterima Pekerja 49
Tabel 8	Hasil Pencatatan Pengukuran Suhu yang Diterima Pekerja 50
Tabel 9	Hasil Pencatatan Pengukuran Kuat Penerangan yang Diterima
	Pekerja 52

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran A.	Bagian-bagian <i>Sound Level Meter</i> dan Pengoperasiannya	58
Lampiran B.	Bagian-bagian <i>Lux Meter</i> dan Pengoperasiannya	59
Lampiran C.	Bagian-bagian <i>Questemp °10 Area Heat Stress Monitor</i> dan Pengoperasiannya	60
Lampiran D.	Kuisisioner Alat Ukur Perasaan Kelelahan Kerja pada Pekerja Pabrik PT. Semen Padang Indarung, Sumatera Barat	62
Lampiran E.	Foto Penelitian	64
Lampiran F.	Izin Peminjaman Alat	69
Lampiran G.	Kartu Konsultasi	70

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam rangka memberikan perlindungan kepada tenaga kerja, pemerintah telah mengambil kebijaksanaan umum mengenai perlindungan tenaga kerja, khususnya tentang keselamatan dan kesehatan kerja. Perlindungan tenaga kerja secara menyeluruh bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas perusahaan dan kelangsungan hidup perusahaan itu sendiri. Produktivitas kerja sangat tergantung kepada keseimbangan faktor beban kerja dan beban tambahan akibat lingkungan kerja seperti faktor fisik, kimia, biologi, fisiologis, dan faktor psikologis (Suma'mur, 1994: 5).

Salah satu aspek yang harus menjadi perhatian perusahaan adalah kenyamanan bagi tenaga kerja saat melaksanakan pekerjaannya. Kenyamanan di sini adalah kenyamanan suhu, kenyamanan audio, dan kenyamanan visual. Menurut Mc Cunney (1988: 17), tenaga kerja akan dapat dan mampu bekerja efisien dan produktif apabila lingkungan tempat kerjanya nyaman. Sebaliknya kondisi lingkungan kerja yang tidak nyaman dapat menyebabkan kelelahan tenaga kerja sehingga produktivitas tenaga kerja menurun.

Kelelahan terkait dengan lingkungan kerja yang bising, suhu yang tidak terkontrol, dan penerangan yang kurang baik, hal ini sejalan dengan pendapat Soeripto (2008: 339) menyatakan bahwa tenaga kerja yang terpapar kebisingan akan menyebabkan kelelahan.

Terpapar kebisingan yang berlebihan berdampak negatif pada tenaga kerja. Tenaga kerja yang terpapar kebisingan denyut nadinya cepat, tekanan darah naik, dan pembuluh darah menyempit sehingga cepat merasa lelah. (Yanti, 2009: 10) menyatakan kebisingan mengganggu konsentrasi, komunikasi, dan kemampuan berpikir.

(Yanti, 2009: 10) menyatakan lingkungan fisik kerja yang terlalu panas mengakibatkan tenaga kerja cepat lelah karena kehilangan cairan dan garam. Bila produksi panas tidak seimbang dengan panas yang dikeluarkan tubuh, akan menghasilkan kondisi kerja yang tidak nyaman (Key, 1997: 38). Suhu tempat kerja yang melebihi 30 °C akan mempercepat kelelahan tenaga kerja (Suma'mur, 1994: 73).

Dulhadi (1994: 248) mengatakan penerangan yang kurang dari cukup intensitasnya akan menyebabkan kelelahan pada mata yang sangat membahayakan karyawan. Sistem pencahayaan yang buruk dapat mengakibatkan kelelahan (Tarwaka dkk, 2004: 249). Kelelahan adalah fungsi mekanisme perlindungan tubuh agar terhindar dari kerusakan serius yang berdampak menurunnya efisiensi kerja dan kapasitas kerja serta ketahanan tubuh.

Berdasarkan observasi awal yang berupa wawancara dengan beberapa pekerja seperti *operator*, *pelaksana*, *maintenance* dan pengawas lapangan di PT. Semen Padang, penulis mendapati banyak pekerja yang mengalami kelelahan, yang indikasinya adalah:

1. Menurunnya kesiagaan dan perhatian
2. Cara berpikir dan perbuatan anti sosial

3. Depresi, kurang tenaga dan kehilangan inisiatif
4. Gejala umum (Merasa lemas, cenderung untuk lupa, organ tubuh terasa berat, merasa mengantuk, merasa beban pada mata (mata lelah), merasa kaku dalam gerakan, sulit untuk berkonsentrasi, merasa was-was dan sebagainya). Hal ini didapati disaat sedang dan setelah bekerja.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan dengan 10 orang pekerja di bagian operasional penambangan PT. Semen Padang khususnya (unit *crusher*, unit *breaker*, kegiatan pemboran, kegiatan peledakan, dan *workshop*), didapat pekerja mengalami keluhan-keluhan, Keluhan-keluhan yang dialami pekerja tersebut merupakan gejala atau indikator adanya perasaan lelah. Adapun keluhan-keluhan yang terjadi pada pekerja terlihat seperti tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil Wawancara Awal Terhadap Pekerja Bagian Operasional Penambangan PT. Semen Padang

No	Masalah yang Dialami	Frekuensi	Persentase
1	Terasa lemas	III	30 %
2	Cenderung untuk lupa	II	20 %
3	Organ tubuh pada bagian kaki terasa berat	IIII	40 %
4	Merasa mengantuk	IIII	50 %
5	Beban pada mata (mata lelah)	IIII	40 %
6	Merasa kaku dalam gerakan	III	30 %
7	Merasa ingin berbaring	IIII	50 %
8	Enggan untuk berkomunikasi dalam bekerja	IIII	40 %
9	Merasa was-was	IIII II	70 %
10	Pernah melakukan istirahat curian	IIII III	80 %
11	Merasa gugup	II	20 %
12	Mengalami sakit kepala	III	30 %
13	merasa jengkel/ kesal tanpa sebab yang jelas	II	20 %
14	Sulit untuk berkonsentrasi	IIII	40 %
15	sering terasa haus	IIII I	60 %

No	Masalah yang Dialami	Frekuensi	Persentase
16	Merasa tidak seimbang dalam berdiri	VI	60 %
17	Merasa nyeri dipunggung	VI	60 %
18	Merasa sesak pernafasan	III	40 %
19	Suara serak	VI	50 %
20	Denyut jantung terasa cepat	III	40 %

Sumber : Hasil pengukuran penulis di PT. semen Padang, mengacu gejala-gejala yang berhubungan dengan kelelahan menurut Suma'mur (1992:191)

Karena adanya masalah-masalah tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian faktor penyebab perasaan lelah pekerja pada masing-masing lokasi kerja di PT. Semen Padang. Adapun judul Tugas Akhir ini adalah “*Tingkat Kebisingan, Suhu, dan Penerangan Pada Lokasi Kerja Tambang PT. Semen Padang, Indarung Sumatera Barat*”.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Penelitian dilakukan pada Lokasi Kerja PT. Semen Padang.
2. Faktor usia, jenis kelamin dan status pekerja dalam pengambilan data kuisioner diabaikan.
3. Pengukuran kebisingan dilakukan di lima lokasi pengamatan dengan membaca pada alat. Jika bacaan stabil berlangsung 2-3 menit, tetapi jika tingkat tekanan suara berfluktuasi diukur selama 250 detik.
4. Pengolahan data tingkat kebisingan dilakukan dengan menggunakan rumus tingkat kebisingan ekuivalen per *shift*nya.
5. Pengamatan untuk pengukuran suhu/tekanan panas dilakukan selama 30 menit di dua lokasi pada ruangan unit *crusher* dan ruang *workshop* alat berat.

6. Pengolahan data untuk suhu/tekanan panas dilakukan dengan menggunakan rumus dasar ISBB (Indeks Suhu Basah dan Bola).
7. Pengamatan untuk pengukuran kuat penerangan dilakukan di dua lokasi pada ruang unit *crusher* dan ruang *workshop* alat berat.
8. Penelitian ini untuk mengungkapkan lokasi-lokasi yang memenuhi/tidak memenuhi syarat menurut standar baku mutu Kep-51/MENAKER/1999 dan PERMEN Pemburuan Nomor 7 Tahun 1964.

D. Rumusan Masalah

1. Apakah intensitas kebisingan di lokasi pengamatan (Unit *Crusher*, Unit *Breaker*, Kegiatan Pemboran, Kegiatan Peledakan, dan *Workshop*) PT. Semen Padang memenuhi persyaratan menurut KEP-51/MENAKER/1999?
2. Apakah tingkat suhu/tekanan panas di unit *crusher* dan *workshop* alat berat PT. Semen Padang memenuhi persyaratan menurut KEP-51/MENAKER/1999?
3. Apakah kuat penerangan di unit *crusher* dan *workshop* alat berat PT. Semen Padang memenuhi persyaratan menurut PERMEN Pemburuan Nomor 7 Tahun 1964?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui intensitas kebisingan di lokasi pengamatan (Unit *Crusher*, Unit *Breaker*, Kegiatan Pemboran, Kegiatan Peledakan, dan *Workshop*) PT. Semen Padang.
2. Untuk mengetahui suhu/tekanan panas di unit *crusher* dan *workshop* alat berat PT. Semen Padang.

3. Untuk mengetahui kuat penerangan di unit *crusher* dan *workshop* alat berat PT. Semen Padang.

F. Manfaat Penelitian

1. Bagi Perusahaan

Hasil penelitian ini diharapkan menjadi bahan evaluasi bagi perusahaan untuk mengungkapkan tingkat kebisingan, suhu/tekanan panas, dan kuat penerangan di masing-masing lokasi pengamatan, yang mana berguna terhadap kenyamanan pekerja khususnya pekerja di Lokasi Kerja PT. Semen Padang, sehingga dapat diupayakan penanggulangan dan pengendaliannya.

2. Bagi Penulis

Memberikan wawasan dan pengalaman bagi peneliti dalam menginterpretasikan ilmu yang didapat dalam bangku pendidikan ke dunia kerja nyata di lapangan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sejarah Perusahaan

PT. Semen Padang (Perusahaan) didirikan pada tanggal 18 Maret 1910 dengan nama NV Nederlandsch Indische Portland Cement Maatschappij (NV NIPCM) yang merupakan pabrik semen pertama di Indonesia. Kemudian pada tanggal 5 Juli 1958 Perusahaan dinasionalisasi oleh Pemerintah Republik Indonesia dari Pemerintah Belanda. Selama periode ini, perusahaan mengalami proses kebangkitan kembali melalui rehabilitasi dan pengembangan kapasitas Pabrik Indarung I menjadi 330.000 ton/ tahun. Selanjutnya pabrik melakukan transformasi pengembangan kapasitas pabrik dari teknologi proses basah menjadi proses kering dengan dibangunnya Pabrik Indarung II, III, dan IV.

Pada tahun 1995, Pemerintah mengalihkan kepemilikan sahamnya di PT. Semen Padang ke PT. Semen Gresik (Persero), Tbk bersamaan dengan pengembangan Pabrik Indarung V. Pada saat ini, pemegang saham perusahaan adalah PT. Semen Gresik (Persero), Tbk dengan kepemilikan saham sebesar 99,99% dan Koperasi Keluarga Besar Semen Padang dengan saham sebesar 0,01%. PT. Semen Gresik (Persero), Tbk sendiri sahamnya dimiliki mayoritas oleh Pemerintah Republik Indonesia sebesar 51,01%. Pemegang saham lainnya sebesar 48,09% adalah PT. Semen Gresik (Persero), Tbk, merupakan perusahaan yang sahamnya tercatat di Bursa Efek Indonesia. Pada 7 Januari 2013, PT. Semen Gresik, Tbk berubah menjadi PT. Semen Indonesia, Tbk yang berperan sebagai *holding* strategis membawahi PT. Semen Padang, PT. Semen Gresik (Perusahaan

Baru), dan PT. Semen Tonasa. Keputusan ini sesuai dengan hasil rapat umum pemegang saham luar biasa (RUPSLB) PT. Semen Gresik, Tbk pada 20 Desember 2012.

B. Lokasi Geografis

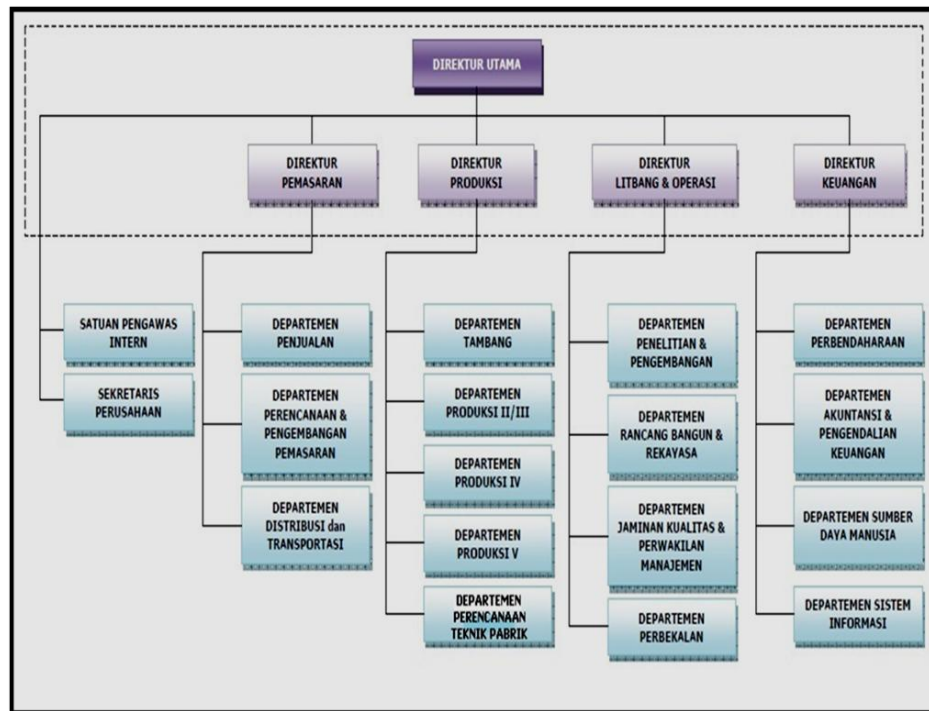
PT. Semen Padang berlokasi di Kelurahan Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kotamadya Padang, Sumatera Barat. kurang lebih 15 km di sebelah timur kota Padang yang terletak pada koordinat $0^{\circ}38'30''$ LS – $0^{\circ}50'30''$ LS dan $101^{\circ}15'30''$ BT – $101^{\circ}40'30''$ BT (Heri, 2012).

Daerah penambangan batu gamping Bukit Karang Putih (Gambar 1) terletak di Kelurahan Batu Gadang, Kecamatan Lubuk Kilangan kira-kira 2 km dari Pabrik PT. Semen Padang ke arah Selatan Indarung yang dihubungkan dengan jalan yang terbuat dari beton (Heri, 2012).



Gambar 1
Peta Lokasi PT. Semen Padang

C. Struktur Organisasi



Sumber : PT. Semen Padang

Gambar 2
Struktur Organisasi PT. Semen Padang

Struktur organisasi PT. Semen Padang dipimpin oleh seorang Direktur Utama yang bertanggung jawab terhadap Kementerian Badan Usaha Milik Negara, sebab PT. Semen Padang merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (Gambar 2). Salah seorang dari Dewan Direksi diangkat sebagai Direktur Utama dibantu oleh empat direktur lainnya : Direktur Pemasaran, Direktur Produksi, Direktur Litbang dan Operasi, Direktur Keuangan (Heri, 2012).

D. Keadaan Geologi

Batu gamping tersusun oleh mineral kalsit (CaCO_3), terjadi secara organik rombakan dan kimia. Jenis organik rombakan berasal dari kumpulan endapan, kerang atau siput, *foraminifera*, serta ganggang. Jenis rombakan kimia terjadi pengendapan dari hasil rombakan jenis organik yang berlangsung

tidak dari tempatnya semula. Ada juga jenis yang lain, yaitu terjadi dari pengendapan kalsium karbonat dalam kondisi iklim dan suasana lingkungan tertentu, baik dalam air laut tawar, ataupun endapan sinter gamping (Heri, 2012).

1. Geomorfologi

Secara umum daerah penelitian merupakan daerah perbukitan bergelombang hingga sangat terjal. Kemiringan lerengnya berkisar 10% hingga lebih dari 85%, dengan ketinggian dari 225 m hingga 720 m dari permukaan air laut.

2. Litologi

Secara umum litologi penyusun satuan batuan ini didominasi oleh batuan rijang (*chert*), filit (sekisan), batu sabak dan konglomerat, yang hanya tersingkap setempat-setempat pada alur sungai Batang Idas arah ke hulu. Di lapangan, tidak dijumpai kontak yang jelas antara litologi di atas. Secara umum hanya dijumpai perubahan secara berangsur dari batu gamping kristalin menjadi marmer, sedangkan batu gamping hablur dijumpai pada zona sesar atau hancuran. Batu gamping hablur (*sugary limestone*) berwarna putih keabu-abuan, putih kecoklatan, dan mengandung mineral kalsit 95 % hingga 100 %.

3. Struktur geologi

Struktur geologi yang ada yaitu, kekar, bidang sesar dan hancuran. gejala struktur geologi atau batuan untuk mengarah ke terjadinya struktur

geologi yang lain adalah kelurusan sungai, mata air dan lubuk-lubuk yang dalam.

a. Kekar

Struktur kekar yang berkembang meliputi *gash fracture* dan *shear fracture* yang terdiri dari *extension joint* dan *release joint*. Kekar yang dijumpai pada umumnya masih terbuka dan pada beberapa lokasi ada yang terisi oleh mineral kalsit atau mineral ubahan lainnya.

b. Sesar

Sesar batang Idas, diantara sesar yang ada, sebelah timur Bukit Karang Putih.

4. Stratigrafi

Stratigrafi Daerah Karang Putih, berdasarkan ciri-ciri litologinya maka tatanan batuan daerah tersebut tersusun berurutan dari tua sampai yang muda, yaitu; lempung residu, batuan tufa, tufa kersikan dan satuan batu gamping-marmer.

Unit Batuan	Tebal Rata-Rata (m)	Simbol Batuan	Pemerian	Sumber Bahan
Endapan Resen	0,8-3,0		Material Timbunan/ Urugan	
Endapan Vulkanik	0,4-2,5		Lempung Residu/ Foil	Alumina (Al_2O_3)
	13,6		Tufa	Silika (SiO_2)
	68,9		Tufa Kersikan Tektonik Deposit (Bahan Rombakan)	
Batuan Metasedimen	±360		Batu gamping-Marmer	Kapur (CaO, MgO)
dan Metamorf	>500		Batu lempung Tufaan (Batuan Kersikan)	Silika (SiO_2)

Sumber : Perencanaan Tambang PT. Semen Padang

Gambar 3
Stratigrafi Bukit Karang Putih

E. Cadangan dan Kualitas

1. Cadangan

Cadangan batu gamping yang terdapat di Bukit Karang Putih sebesar 404.437.044 ton dengan luas daerah lebih dari 1,62 x 0,6 km, dengan ketebalan rata-rata 100 m – 350 m yang terletak di atas batu kersikan. Sebagian tanah penutupnya (*overburden*) adalah batu rijang. Cadangan ini mempunyai dua jenis batu kapur, yaitu *hard limestone* dan *sugar limestone*.

2. Kualitas Batu Gamping

Hasil analisis sampel dari beberapa titik, didapatkan data sebagai berikut (Tabel 2).

Tabel 2
Hasil Analisis Kimiawi Contoh Batu Gamping

No	Nama Batuan (Megaskopis)	Komposisi Kimia (%)				
		SiO ₂	CaO	CaCO ₃	MgO	MgCO ₃
1	Batu Gamping Kristalin	-	51,93	97,05	0,89	1,27
2	Batu Gamping Kristalin	-	54,95	95,37	0,87	1,54
3	Batu Gamping Kristalin	-	53,32	98,32	0,54	1,02
4	Batu Gamping Kristalin	-	52,56	96,01	7,06	13,89
5	Batu Gamping Kristalin	-	52,84	97,58	6,88	13,05
6	Marmer	17,26	52,22	94,55	9,56	17,23
7	Marmer	24,43	51,43	96,62	8,34	15,31
8	Batu Gamping Kristalin	11,58	51,12	92,73	1,87	3,55
9	Marmer	13,23	52,11	93,04	1,03	2,98
10	Batu Gamping Hablur	-	54,61	98,63	0,22	0,87
11	Batu Gamping Kristalin	-	53,02	97,44	0,34	0,98
12	Batu Gamping Kristalin	-	54,06	98,96	0,12	0,76
Jumlah Kadar Rata-Rata		5,54	52,84	96,35	3,14	6,038

Sumber : PT. Semen Padang

F. Kegiatan Penambangan Quarry Bukit Karang Putih

Metode Penambangan yang diterapkan pada tambang kapur PT.Semen Padang adalah sistem tambang terbuka *open cast*. *Open cast* adalah sistem tambang terbuka yang membentuk *teraccing bench*, yaitu pengambilan batuan dari sisi bukit dengan membentuk jenjang-jenjang atau *benches* penambangan (Heri, 2012).

Dalam proses penambangan batu gamping, digunakan alat-alat mekanis seperti yang umum dipakai dalam suatu tambang terbuka antara lain: *wheel loader, bulldozer, dumptruck, excavator back hoe, power scrapper, breaker, grader* dan *drill* (Heri, 2012).

Proses penambangan batu kapur di Bukit Karang Putih meliputi kegiatan:

1. Persiapan Pemboran

Kegiatan ini bertujuan untuk membuat jalan yang datar dan aman agar mesin bor dapat ditempatkan pada lokasi tersebut. Kegiatannya antara lain, memindahkan batu-batu besar yang akan menghambat pergerakan alat bor (Heri, 2012).

2. Pemboran (*drilling*)

Pemboran adalah suatu kegiatan membuat lubang ledak terhadap batuan yang akan dibongkar dengan menggunakan alat bor. Kegiatan pemboran ini bertujuan untuk mendapatkan lubang ledak yang homogen luasnya dengan kedalaman bervariasi, tergantung perencanaan tambang (Heri, 2012).

Alat bor yang dipakai oleh PT. Semen Padang adalah:

a. *Sandvik DP 1100*

Alat bor *Sandvik DP 1100* (Gambar 4) memiliki diameter lubang bor 5,5 inchi dengan panjang satu batang bor (*rod*) 3,0 m. Pada alat *Sandvik DP1100* ini terdapat 3 batang bor (*rod*).



Gambar 4
Alat Bor *SANDVIK DP1100*

b. Furukawa HCR 1500-ED II

Alat bor *furukawa HCR 1500-ED II* memiliki diameter lubang 4,5 inchi dengan panjang satu batang bor 3 m.

3. Peledakan (*Blasting*)

Peledakan bertujuan untuk menghancurkan, membongkar, melepas atau memecah batuan yang semula berdimensi besar menjadi dimensi yang lebih kecil sehingga mudah dalam kegiatan pengangkutan dan proses penambangan selanjutnya (Gambar 5). Biasanya peledakan dilakukan satu kali dalam sehari (Heri, 2012).

Hambatan-hambatan dalam kegiatan peledakan, antara lain :

- a. Keadaan cuaca yang tidak menentu, karena dalam proses peledakannya jika ada petir kemungkinan *detonator* listrik akan mengalami peledakan sehingga terjadi *premature blasting*.
- b. Kerusakan pada alat penunjang kegiatan pemboran diantaranya *bulldozer* untuk membersihkan dan meratakan areal pemboran.

- c. Jika alat bor rusak, maka peledakan bisa tertunda serta sering terjadi kerusakan detonator.



Gambar 5
Kegiatan Peledakan Di *Quarry* Karang Putih

4. Pemuatan (*Loading*)

Pemuatan adalah pengambilan material yang sudah diledakkan untuk dipindahkan kedalam alat angkut. Jika terjadi *boulder*, maka digunakan *breaker* untuk memecahkan batuan tersebut. Alat muat yang tersedia di area 1 penambangan batu gamping Bukit Karang Putih terdapat 4 unit *Excavator* (Heri, 2012).

Penempatan *excavator* di atas tumpukan batuan setinggi 2 meter, dengan panjang *boom* 9 meter, dan sudut *swing* diusahakan kurang 90 derajat (Gambar 6).



Gambar 6
Proses *Loading* Batu Gamping

5. Pengangkutan (*Hauling*)

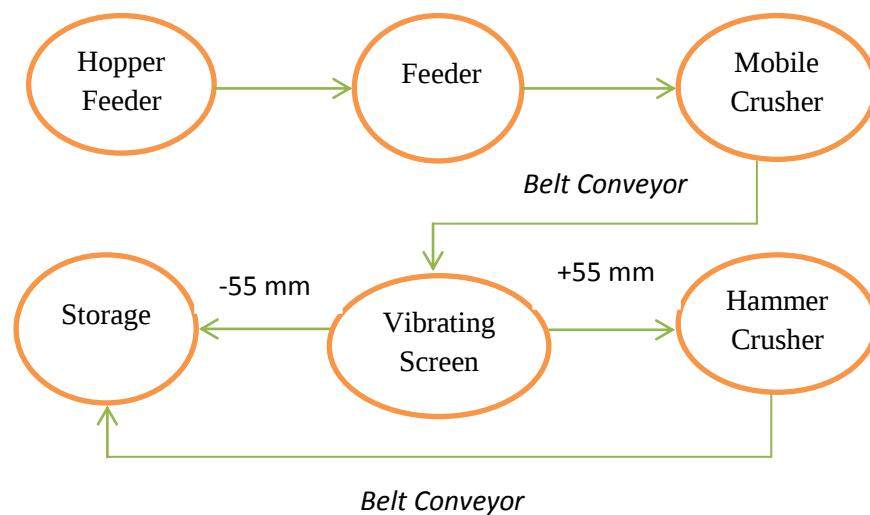
Pengangkutan bertujuan untuk memindahkan material batu gamping hasil peledakan menuju area pengolahan batu gamping (Heri, 2012).

Kegiatan pengangkutan batu gamping ini dibagi beberapa tahap yaitu:

- a. Pengangkutan I yaitu pemindahan material dari area penambangan ke *dumping point* untuk dijatuhkan ke lereng bukit. kemudian terjadi *rock sliding*. *Rock sliding* yaitu pemindahan material dengan bantuan lereng bukit (punggung bukit) yang mempunyai kemiringan 70° - 80° dan ketinggian 100 – 150 m.
- b. Pengangkutan II yaitu pengangkutan dari jatuhan *rock sliding* ke *crusher*. Menggunakan *dumptruck* dan *loader*. Pengangkutan ini pada area 2 penambangan batu gamping Bukit Karang Putih
- c. Pengangkutan III yaitu dari hasil *crushing* ke area produksi semen dengan bantuan *belt conveyor*.

6. Pemecahan Batuan (*Crushing*)

Batu kapur yang sudah di bawa dengan *dumptruck* kemudian ditumpahkan ke *hopper crusher* untuk pengolahan selanjutnya. *Crusher* yang digunakan untuk memecah batu kapur adalah *mobile crusher* dan *hammer crusher*. Kapasitas produksi desain dari *mobile crusher* ini adalah 1.700 ton/jam. Ukuran batu kapur yang dapat masuk ke dalam *feedernya* antara 100-300 mm. Ukuran *discharge* batu kapur dari *mobile crusher* ini adalah <55 mm sampai dengan 55 mm. Batuan hasil *discharge* dari *mobile crusher* akan masuk ke *vibrating screen* melalui *belt conveyor*. Batuan yang lolos dari lubang *vibrating screen* (<55 mm) akan langsung menuju ke *storage* dan batuan yang tidak lolos (>55 mm) akan masuk lagi ke *hammer crusher*. Hasil *discharge* dari *hammer crusher* ini akan langsung menuju ke *storage*.



Gambar 7. Skema Pengolahan *Crusher* Batu Kapur PT. Semen Padang

G. Kegiatan Industri

Kegiatan Industri memberikan tekanan yang negatif terhadap pekerja dan lingkungan sekitar, tekanan lingkungan ini memberikan efek terhadap manusia dan lingkungan disekitarnya, tekanan ini secara langsung maupun tidak langsung akan membuat manusia di sekitar industri tersebut menjadi menurun baik dari kualitas fisik maupun non fisik. Salah satu sumbernya adalah kebisingan yang ditimbulkan oleh kegiatan industri tersebut, berdasarkan penelitian yang ada bahwa dikota yang menuju ke era industri peningkatan jumlah dampak kebisingan lingkungan akibat industri dari tahun 1992 hingga 2000 meningkat hingga 200 persen (Liam Downey *al.*, 2005).

Usaha Pertambangan adalah kegiatan dalam rangka pengusahaan mineral atau batubara yang meliputi tahapan kegiatan penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, kontruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta *pasca* tambang (Undang-Undang No.4 Tahun 2009). Sama seperti kegiatan industri adanya bahwa kegiatan mekanis dalam pertambangan dan perangkat permesinan pasti akan menghasilkan efek samping terhadap lingkungan sekitarnya salah satunya kebisingan, suhu dan kuat penerangan.

H. Kebisingan

1. Pengertian Kebisingan

Kebisingan adalah bunyi atau suara yang tidak dikehendaki yang bersifat mengganggu pendengaran bahkan dapat menurunkan daya dengar seseorang yang terpapar (Tarwaka 2004: 38).

Bising adalah suara/bunyi yang tidak diinginkan. Terdapat dua hal yang menentukan kualitas suatu bunyi, yaitu frekuensi dan intensitasnya. Frekuensi dinyatakan dalam jumlah getaran perdetik (Hertz, Hz). Telinga manusia mampu mendengar frekuensi antara 16 – 20.000 Hz. Intensitas atau arus energi persatuan luas biasanya dinyatakan dalam suatu logaritmis yang disebut decibel, ditulis dB. Alat utama yang digunakan dalam pengukuran kebisingan adalah “*Sound Level Meter*”. (Budiono, 1996: 32)

Dari pengertian di atas maka disimpulkan pengertian kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan yang berpengaruh terhadap kesehatan.

2. Jenis Kebisingan

Menurut Sulaksmono (1991: 1) macam-macam sumber kebisingan menyebabkan macam atau jenis kebisingan. Jenis-jenis kebisingan dapat dibedakan sebagai berikut:

- a. Kebisingan *continue* (*Steady State Noise*) adalah kebisingan dimana fluktuasi dan intensitasnya tidak lebih dari 6 dB. Jenis kebisingan ini dibagi dua yaitu:
 - 1) Kebisingan *continue* dengan spektrum frekuensi luas, yaitu: suara mesin diesel, kipas angin, dapur pijar.
 - 2) Kebisingan *continue* dengan spektrum frekuensi sempit, yaitu: suara mesin gergaji sirkuler, katup gas.
- b. Kebisingan Impulsif (*Impulse Noise*) adalah kebisingan dimana waktu yang dibutuhkan untuk mencapai puncaknya tidak lebih dari 35 milidetik. Misalnya: ledakan meriam, bom, *dynamit*, dan lain-lain.

- c. Kebisingan terputus-putus (*Intermittent Noise*) adalah kebisingan dimana suara keras dan kemudian melemah secara perlahan-lahan. Contohnya: Kebisingan yang ditimbulkan lalu lintas, pesawat lepas landas.

Menurut Suma'mur (1980: 58-59), jenis-jenis kebisingan yang sering ditemukan ada lima, antara lain:

- a. Kebisingan yang *continue* dengan *spectrum* frekuensi yang luas (*steady state, wide band noise*).

Misalnya: Mesin-mesin, kipas angin, dapur pijar.

- b. Kebisingan *continue* dengan *spectrum* frekuensi sempit (*Steady narrow band noise*).

Misalnya: gergaji sirkuler, katup gas.

- c. Kebisingan terputus-putus (*Intermittent*)

Misalnya: lalu lintas, suara kapal terbang dilapangan udara.

- d. Kebisingan *impulsive* (*Impact or Impulsive noise*)

Seperti: tembakan bedil atau meriam, ledakan bom.

- e. Kebisingan *impulsive* berulang

Misalnya: mesin tempa perusahaan.

3. Faktor- faktor yang mempengaruhi tingkat kebisingan

Menurut Thomy Arfandi (*Skripsi*, 2006: 11) ada beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kebisingan antara lain:

- a. Suhu: Makin tinggi suhu makin tinggi pula suara bising yang didengar.
- b. Kelembaban: Makin tinggi kelembaban, maka makin rendah cepat rambat bunyi.

- c. Kecepatan angin: Makin tinggi kecepatan angin, maka makin tinggi kebisingan yang dirasakan.
- d. Cuaca: Semakin cerah cuaca maka semakin jelas bising yang dirasakan.

4. Nilai Ambang Batas (NAB) kebisingan

Nilai Ambang Batas (NAB) adalah standar faktor tempat kerja yang dapat diterima tenaga kerja tanpa mengakibatkan penyakit atau gangguan kesehatan, dalam pekerjaan sehari-hari untuk waktu tidak melebihi 8 jam sehari atau 40 jam seminggu sesuai dengan surat keputusan menteri tenaga kerja nomor: Kep-51/MENAKER/1999 tentang nilai ambang batas kebisingan yaitu 85 dB di tempat kerja. (Jakarta: Depnaker.1999).

Kegunaan Nilai Ambang Batas (NAB) adalah:

- a. Sebagai kadar standar untuk perbandingan
- b. Pedoman untuk perencanaan produksi dan perencanaan teknologi pengendalian bahaya-bahaya di lingkungan kerja.
- c. Menentukan substitusi bahan proses produksi terhadap bahan yang lebih beracun dengan bahan yang kurang beracun.
- d. Membantu menentukan diagnosis gangguan kesehatan, timbulnya penyakit-penyakit dan hambatan-hambatan efisiensi kerja faktor kimiawi dengan bantuan pemeriksaan biologik.

(Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja No.SE.01/MEN/1997)

Adapun nilai ambang batas kebisingan berdasarkan pemajanan perhari dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3
 Nilai Ambang Batas Kebisingan
 Berdasarkan Pemajanan Perhari

Waktu Pemajanan Perhari		Intensitas Kebisingan Dalam dBA
8	JAM	85
4		88
2		91
1		94
30	MENIT	97
15		100
7.5		103
3.75		106
1.88		109
0.94		112
28.12	DETIK	115
14.06		118
7.03		121
3.52		124
1.76		127
0.88		130
0.44		133
0.23		136
0.11		139

Sumber: Kep-51/MENAKER/1999

Baku mutu kebisingan yang diberikan pada tabel 4 membatasi tingkat kebisingan berdasarkan lingkungan sekitar.

Tabel 4
Baku Mutu Kebisingan

No	Kriteria Kualitas Kebisingan
I.	Nilai ambang batas untuk kebisingan ditempat kerja ditetapkan 85 dBA
II	Nilai ambang batas untuk masyarakat/lingkungan industri, dibagi tiga:
II.1.	Daerah sekitar rumah sakit, tempat perawatan:
II.1.1	Malam hari tidak boleh lebih dari 35 dBA
II.1.2	Pagi dan sore tidak boleh lebih dari 40 dBA
II.1.3	Siang hari tidak boleh lebih dari 50 dBA
II.2.	Daerah pemukiman biasa tempat tinggal:
II.2.1	Malam hari tidak boleh lebih dari 40 dBA
II.2.2	Pagi dan sore tidak boleh lebih dari 45 dBA
II.2.3	Siang hari tidak boleh lebih dari 50 dBA
II.3	Daerah sekitar kompleks perkantoran, jalan dan pabrik:
II.3.1	Malam hari tidak boleh lebih dari 50 dBA
II.3.2	Pagi dan sore tidak boleh lebih dari 55 dBA
II.3.3	Siang hari tidak boleh lebih dari 60 dBA.

Sumber: Tata cara pengendalian dan kriteria pencemaran lingkungan akibat industry@byForlink.net

5. Pengendalian Kebisingan

Menurut Suma'mur (1994: 67), kebisingan dapat dikendalikan dengan pengurangan kebisingan pada sumbernya, penempatan penghalang pada jalan transmisi dan proteksi dengan sumbat atau tutup telinga.

Sedangkan Waldron (1989: 132) menyatakan bahwa kebisingan dapat dikontrol melalui: a) Pengendalian pada sumber kebisingan; b) Peningkatan jarak antara sumber dan penerima kebisingan; c) Pengurangan waktu paparan kebisingan; d) Pembuatan *barier* antara sumber dan tenaga kerja yang terpapar; dan e) Pemakaian alat pelindung telinga (*ear muff*, *ear plug*).

6. Perhitungan Paparan Kebisingan

$$P = T_1/L_1 + T_2/L_2 + \dots + T_n/L_n \quad (\text{JICA, Balai Diklat TBT})$$

Dimana:

P : faktor paparan setara

T : lamanya paparan setiap tingkat (jam)

L : lamanya paparan yang diizinkan (jam)

Contoh:

Seorang pekerja memperoleh paparan kebisingan 110 dB selama 15 menit dan 100 dB selama 30 menit serta 90 dB selama 90 menit, maka faktor paparannya (P):

$$\begin{aligned} P &= 0,25/0,5 + 0,5/2 + 1,5/8 \\ &= 0,50 + 0,25 + 0,188 = 0,938 \end{aligned}$$

Karena faktor paparannya masih lebih kecil dari 1, kenyataan ini masih diizinkan.

I. Suhu/Tekanan Panas

1. Pengertian tekanan panas

Tekanan panas adalah perpaduan dari suhu kering, suhu basah, kelembaban udara, kecepatan aliran udara, suhu radiasi dan panas yang dihasilkan oleh metabolisme tubuh. Sedangkan *heat stress* adalah beban pada manusia, sedangkan *heat strain* merupakan efek dari beban tersebut dari manusia (Budiono, 1996: 27).

2. Faktor yang mempengaruhi tekanan panas

Tingkat tekanan panas dipengaruhi oleh dua hal yaitu:

- a. Panas yang berasal dari proses produksi.
- b. Ventilasi lingkungan kerja yang kurang baik.

Apabila kedua hal tersebut terjadi di lingkungan kerja maka akan terjadi peningkatan suhu atau panas yang terdapat pada lingkungan kerja tersebut dan akan dapat mempengaruhi terhadap kesehatan pada pekerja.

Lingkungan kerja panas biasanya disebabkan oleh karena:

- a. Di dalam ruang kerja ada sumber panas, misalnya oven, tungku pembakaran, penggorengan dan sebagainya.
- b. Ventilasi ruangan tidak sesuai dengan kebutuhan udara.
- c. Bahan bangunan gedung dibuat dari bahan yang mudah meneruskan panas.
- d. Lokasi gedung tidak mempunyai halaman yang cukup luas sehingga sirkulasi udara sangat terbatas.

Nilai Ambang Batas (NAB) untuk tekanan panas adalah situasi tekanan panas yang oleh tenaga kerja masih dapat dihadapi dalam pekerjaannya sehari-hari tidak membangkitkan penyakit atau gangguan kesehatan. Parameter tersebut termuat didalam surat edaran Menteri Tenaga Kerja, Transmigrasi dan Koperasi No.01/MEN/1978 tentang NAB untuk tekanan panas yaitu: NAB terendah adalah 21°C sampai dengan 30°C suhu basah pada kelembaban diantara 65% sampai dengan 95%. Berdasarkan NAB tersebut maka parameter tekanan panas yang diukur dari suhu basah, suhu udara kering dan kelembaban.

Adapun yang dimaksud dengan suhu basah yaitu suhu yang ditunjukkan oleh termometer suhu basah, suhu kering yaitu ukuran kuantitatif pada temperatur panas dan dingin yang diukur dengan termometer, sedangkan kelembaban yaitu jumlah masa uap air yang ada dalam suatu volume udara.

(Budiono, 1996: 28)

3. Pengaruh Tekanan Panas Terhadap Tubuh

a. Pengaruh suhu tubuh dalam keadaan kerja

Dalam keadaan kerja suhu tubuh akan naik karena pada waktu melakukan pekerjaan suhu tubuh berubah-ubah demikian juga pada suhu lingkungan yang berubah-ubah (Suma'mur, 1992: 142).

Jadi dengan demikian suhu tubuh pada manusia tidak selalu konstan/tetap suhu tubuh tersebut tergantung dari:

- 1) Keaktifan jaringan.
- 2) Suhu dari jumlah darah yang mengalir ke daerah tubuh.

b. Batas toleransi tubuh terhadap panas

Pada keadaan normal dan istirahat suhu tubuh manusia berkisar 37 °C dan dianggap sebagai suhu tubuh yang normal. Batas toleransi suhu tinggi sebesar 35°C – 40°C (Tarwaka,2004: 34).

Dalam hal besarnya suhu ideal untuk seseorang selain faktor aklimatisasi, faktor-faktor kebiasaan juga mempunyai peranan penting. Peningkatan suhu sekitar seseorang akan juga meningkatkan suhu tubuh orang tersebut dan akan mempengaruhi struktur sel-sel tubuh.

Menurut Thomy Arfandi (*Skripsi*, 2006: 25) Faktor-faktor pada manusia yang mempengaruhi batas suhu tubuh yang dapat dipertahankan yaitu:

1) Umur

Semakin tua seseorang maka toleransi terhadap panas menurun dan lebih lambat mulai berkeringat dibandingkan dengan yang usianya lebih muda serta lebih lama untuk kembali ke suhu normal.

2) Jenis Kelamin

Kaum wanita lebih tahan terhadap suhu dingin dari pada suhu panas, hal ini disebabkan jaringan tubuh wanita memiliki daya konduksi jaringan yang lebih rendah dibandingkan dengan laki-laki, sehingga wanita lebih tidak panas dibandingkan dengan laki-laki.

3) Kebiasaan

Seorang tenaga kerja yang telah terbiasa atau terlatih di dalam suhu panas akan lebih mudah menyesuaikan diri terhadap tekanan/cuaca panas dibandingkan dengan orang yang belum terbiasa sama sekali. Seseorang yang baru sembuh dari sakit juga lebih sensitif terhadap tekanan/cuaca panas dibandingkan dengan tenaga kerja yang sehat.

4) Aklimatisasi

Aklimatisasi ialah penyesuaian fisiologis bila seseorang terbiasa terpapar panas. Penyesuaian yang progresif ini terjadi setelah periode tertentu (beberapa hari sampai dua minggu).

Keluhan subyektif adalah keluhan-keluhan yang hanya dapat dirasakan diri sendiri serta dapat mengganggu kesehatan dan mengganggu kelancaran dalam melakukan pekerjaan di lingkungan kerja (Depnaker RI, 1992).

c. Kegagalan Toleransi Tubuh Terhadap Panas

Tubuh selalu berusaha agar suhunya selalu konstan, akan tetapi bila pengaruh luar atau suhu tinggi maka tubuh tidak berhasil mempertahankan suhu konstan. Apabila tubuh gagal mempertahankan suhu tubuh yang konstan maka kegagalan itu dapat menimbulkan gangguan terhadap kesehatan yaitu: *heat stroke*, *heat exhaustion*, *heat cramps*, *heat stress* dan *heat rash* (Tarwaka, 2004: 35).

1) Heat Stroke

Heat Stroke adalah akibat kerja di lingkungan yang panas maka suhu tubuh akan naik sampai 41°C sedangkan tubuh tidak dapat mengeluarkan

keringat, sehingga penderita akan kehilangan kesadaran. *Heat Stroke* ini terjadi dengan gejala-gejala, seperti: selama bekerja badan terasa panas, tidak mengeluarkan keringat dan kulit terasa kering.

2) *Heat Exhaustion*

Terjadi oleh karena iklim/cuaca kerja yang panas dan orang tersebut akan berkeringat banyak sekali, tekanan darah akan menurun dan frekuensi denyut jantung (nadi) akan cepat sehingga penderita merasa lemah sehingga memungkinkan terjadi pingsan.

3) *Heat Cramps*

Di alam dalam lingkungan yang suhunya tinggi sebagai akibat bertambahnya keringat yang menyebabkan hilangnya garam *Natrium* dari tubuh dan sebagai akibat banyak minum air tapi tidak diberi garam untuk mengganti garam *Natrium* yang hilang. *Heat Cramps* terasa dengan gejala-gejala seperti: kejang-kejang, otot tubuh dan perut terasa sangat sakit.

4) *Heat Stress*

Pada *Heat Stress* ditandai dengan gejala-gejala seperti: pingsan, lemah dan muntah-muntah.

5) *Heat Rash*

Heat Rash merupakan bintik-bintik merah pada kulit dan sangat gatal yang diakibatkan karena pemaparan yang berat terhadap panas. Banyak

mengeluarkan keringat dan pori-pori saluran keringat tersumbat oleh adanya pembakaran lapisan keratin kulit yang basah dan timbul *vesikel* dengan warna merah.

4. Nilai Ambang Batas (NAB)

Nilai ambang batas yang diperkenankan menurut KEP-51/MEN/1999 dengan nilai Indeks Suhu Basah dan Bola (ISBB) adalah:

Tabel 5. Nilai Ambang Batas Iklim Kerja
Indeks Suhu Basah dan Bola (ISBB)

Pengaturan Waktu Kerja		ISBB (°C)		
		Beban Kerja		
Waktu Kerja	Waktu Istirahat	Ringan	Sedang	Berat
Bekerja Terus Menerus (8 Jam/hari)	-	30,0	26,7	25,0
75% kerja	25% istirahat	30,6	28,0	25,9
50% kerja	50% istirahat	31,4	29,4	27,9
25% kerja	75% istirahat	32,2	31,1	30,0

Sumber: Kep-51/ MENAKER/1999

Untuk mengetahui iklim kerja di suatu tempat kerja dilakukan pengukuran besarnya tekanan panas. Salah satunya adalah mengukur Indeks Suhu Basah dan Bola (ISBB), adapun rumus-rumus sebagai berikut:

a. Indeks suhu basah dan bola untuk ruangan dengan panas radiasi:

$$\text{ISBB} = 0,7 \text{ suhu basah alami} + 0,2 \text{ suhu bola} + \text{suhu kering}$$

b. Indeks suhu basah dan bola untuk di dalam ruangan tanpa panas radiasi:

$$\text{ISBB} = 0,7 \text{ suhu basah alami} + 0,3 \text{ suhu bola.}$$

Catatan:

- Beban kerja ringan membutuhkan kalori 100-200 kilo kalori/jam.
- Beban kerja sedang membutuhkan kalori > 200-350 kilo kalori/jam.
- Beban kerja berat membutuhkan kalori > 350-500 kilo kalori/jam

Untuk batas maksimal kerja fisik yang boleh dilakukan yaitu sebagai berikut:

- a. Indeks 78°F (26°C), kerja fisik yang sangat berat dapat merupakan faktor presipitasi terjadinya kejang panas dan sengatan panas karena itu harus waspada.
- b. Indeks 82°F (29°C), pada pekerja yang belum terlatih kerja fisik berat perlu direncanakan dengan kebijaksanaan.
- c. Indeks 85°F (29°C), kerja fisik berat tidak boleh dilakukan oleh orang yang belum beraklimatisasi kurang dari 3 minggu.
- d. Indeks lebih dari 85°F (29°C), pekerjaan dibawah sinar matahari harus dihindarkan.
- e. Indeks 88°F sampai 90°F (31°C-32°C), pekerjaan fisik harus dikurangi pada orang yang baru melaksanakan pekerjaan kurang dari 12 minggu, hanya orang yang terlatih baik terbatas dan tidak boleh lebih dari 6 jam sehari. (Thomy Arfandi, 2006: 24-25)

J. Penerangan

1. Pengertian Penerangan

Penerangan merupakan salah satu komponen agar pekerja dapat bekerja/ mengamati benda yang sedang dikerjakan secara jelas, cepat, nyaman dan aman (Heru Subaris, 2008: 33).

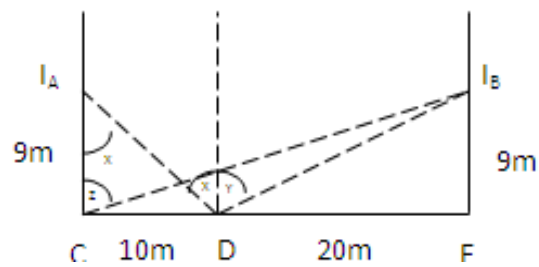
2. Penerangan Ruangan

Penerangan yang baik adalah penerangan yang memungkinkan seorang tenaga kerja melihat pekerjaan dengan teliti, cepat, jelas, serta membantu menciptakan lingkungan kerja yang nyaman dan menyenangkan. Sifat-sifat penerangan yang baik ditentukan oleh beberapa faktor seperti pembagian luminensi dalam lapangan penglihatan, pencegahan kesilauan, arah sinar, warna dan panas penerangan terhadap lingkungan.

3. Cara Pengukuran

Alat yang digunakan dalam pengukuran kuat penerangan yaitu dengan alat *luxmeter*. *Luxmeter* merupakan sebuah *photocell* yang bila terkena cahaya akan menghasilkan arus listrik. Makin kuat intensitas cahaya makin besar arus yang dihasilkan.

Contoh: Dua lampu dari 500 candela dan 300 candela ditempatkan di A dan B masing-masing 9 meter di atas garis tengah jalan dan 30 meter terpisah (gambar.8).



Gambar 8 Contoh Posisi Penerangan

Hitung iluminasi pada titik C langsung di bawah candela lampu 500, dan pada titik D pada garis tengah jalan dan 10 meter ke arah lampu 300 candela diukur dari C. (Walker, Morgan. 1971: 198-199)

- a. Penerangan pada titik C = E_c

Penerangan yang berasal dari A = $500/AC^2 = 500/9^2 = 6,173$ lux

Iluminasi yang berasal dari B = $(300/BC^2) \cos Z$

$$= (300/981) (9/31,32) = 0,0879$$

$$BC^2 = BE^2 + CE^2$$

$$= 9^2 + 30^2$$

$$= 981$$

$$BC = 31,32$$

$$\cos Z = BE / BC = 9/31,32$$

Jumlah pencahayaan di C = $6,173 - 0,0879$ lux

$$E_c = 6,261 \text{ lux}$$

- b. Penerangan pada titik D = E_D

Penerangan yang berasal dari A = $(500/AD^2) \cos X$

$$= (500/181) (9/13,45) = 1,857 \text{ lux}$$

$$AD^2 = 9^2 + 10^2$$

$$= 181$$

$$AD = 13,45$$

$$\cos X = AC / AD$$

$$= 9/13,45$$

$$\text{Iluminasi yang berasal dari B} = (300 / BD^2) \cos Y$$

$$= (300/481) (9/21,93)$$

$$= 0,2561 \text{ lux}$$

$$BD^2 = 9^2 + 20^2$$

$$= 481$$

$$BD = 21,93$$

$$\cos Y = BE / BD$$

$$= 9/21,93$$

$$\text{Iluminasi pada titik D} = 1,857 - 0,2561 = 2,113 \text{ Lux .}$$

Maka:

$$\text{Iluminasi pada titik C} = 6,261 \text{ Lux .}$$

$$\text{Iluminasi pada titik D} = 2,113 \text{ Lux .}$$

K. Perasaan Kelelahan Kerja

1. Definisi Kelelahan Kerja

Lelah bagi setiap orang mempunyai arti tersendiri dan tentu saja subyektif sifatnya. Kelelahan adalah suatu mekanisme perlindungan tubuh agar

tubuh menghindari kerusakan lebih lanjut, sehingga dengan demikian terjadilah pemulihan (Suma'mur, 1989: 68).

Kelelahan menurut Eko Nurmianto 2004 adalah suatu pola yang timbul dari suatu keadaan yang secara umum terjadi pada setiap individu yang telah tidak sanggup lagi untuk melakukan aktivitasnya.

Sedangkan kelelahan kerja adalah keadaan tenaga kerja yang mengakibatkan terjadinya vitalitas dan produktivitas kerja akibat faktor pekerjaan. Kelelahan kerja akan menurunkan kinerja dan menambah tingkat kesalahan kerja (Depnaker RI, 1996: 30).

Dari pengertian-pengertian diatas tentang perasaan kelelahan pekerja dapat disimpulkan suatu keadaan dimana energi tubuh pekerja menjadi menurun yang pengurangannya berpengaruh terhadap kapasitas kerja berkaitan dengan penurunan dalam melakukan aktivitasnya.

2. Jenis Kelelahan Kerja

Menurut Nurmianto (1994: 73) kelelahan dibedakan menjadi 2 yaitu:

a. Kelelahan otot (kelelahan lokal)

Kelelahan otot ditandai dengan nyeri otot yang berkontraksi dan trauma, kelelahan fisik dapat dideteksi melalui pengukuran-pengukuran konsumsi oksigen, reaksi kardiovaskuler respon fisiologis lainnya, seperti kecepatan pengeluaran keringat (*sweat rate*) dan suhu tubuh (*core temperature*).

b. Kelelahan umum (*general fatigue*) ditandai dengan:

- 1) Perhatian terhadap sesuatu yang kurang.
- 2) Daya persepsi yang menurun.

- 3) Lambat dan sulit berpikir.
- 4) Kemampuan kerja berkurang atau menurunnya aktivitas fisik dan mental.
- 5) Stress atau pikiran tegang.
- 6) Rasa malas bekerja.

3. Gejala-gejala Kelelahan

Sebenarnya kelelahan kerja sulit untuk diukur tetapi dapat diketahui berdasarkan indikasi-indikasi.

Menurut (Suma'mur, 1992: 191) gejala-gejala atau perasaan-perasaan yang ada hubungannya dengan kelelahan adalah:

- a. Perasaan berat di kepala.
- b. Menjadi lelah diseluruh badan.
- c. Kaki merasa berat.
- d. Menguap.
- e. Merasa kacau pikiran.
- f. Merasa lemas.
- g. Menjadi mengantuk.
- h. Merasa beban pada mata.
- i. Kaku atau canggung dalam gerakan.
- j. Tidak seimbang dalam berdiri.
- k. Mau berbaring.
- l. Merasa susah berfikir.
- m. Lelah bicara.

- n. Menjadi gugup.
- o. Tidak dapat berkonsentrasi.
- p. Tidak dapat mempunyai perhatian terhadap sesuatu.
- q. Cenderung untuk lupa.
- r. Kurang kepercayaan.
- s. Cemas terhadap sesuatu.
- t. Tidak dapat tekun dalam pekerjaan.
- u. Sakit kepala.
- v. Kekakuan di bahu.
- w. Merasa nyeri di punggung.
- x. Merasakan pernafasan tertekan.
- y. Haus.
- z. Suara serak.

4. Cara mengurangi kelelahan

Menurut (Depkes RI, 1993: 17) Kelelahan dapat dikurangi dengan cara:

- a. Sediakan kalori secukupnya sebagai input untuk tubuh.
- b. Bekerja dengan menggunakan metoda kerja yang baik, misalnya memakai prinsip ekonomi gerakan.
- c. Memperhatikan kemampuan tubuh, artinya pengeluaran tenaga tidak melebihi pemasukannya dengan memperhatikan batasan-batasannya.
- d. Memperhatikan waktu kerja yang teratur, berarti harus dilakukan pengaturan-pengaturan terhadap jam kerja, waktu istirahat, dan sarana-sarannya, masa liburan dan masa rekreasi.

- e. Mengatur lingkungan fisik dengan sebaik-baiknya, seperti temperatur, kelembaban, sirkulasi udara, pencahayaan, kebisingan, getaran, bau, wangi-wangian dan lain-lain.
- f. Berusaha untuk mengurangi monotoni dan ketegangan akibat kerja misalnya dengan menggunakan warna atau dekorasi ruang kerja, menyediakan musik, dan menyediakan waktu untuk olah raga.

5. Pengukuran perasaan kelelahan kerja

Kelelahan kerja merupakan suatu keadaan yang sulit diukur. Metode pengukuran kelelahan kerja hingga kini belum baku, hal ini tidak hanya disebabkan oleh efek dari jenis kelelahan yang beragam tetapi juga diperlukan pendekatan secara multi disiplin (Granjean 1985; Kogi, 1972; Dwivedi, 1981 cit. Silaban, 1996). Pada tahun 1957, (Pearson cit. Setyawati 1994) mengutarakan bahwa belum terdapat alat ukur yang secara akurat untuk mengukur kelelahan kerja.

Beberapa parameter yang dapat digunakan untuk mengukur kelelahan kerja seperti yang telah diungkapkan oleh beberapa peneliti, dapat dijelaskan di bawah ini:

- a. Instrumen yang disusun oleh Setyawati (1994: 45), dengan berdasarkan pada dua indikator:
 - 1) Waktu reaksi, adalah waktu yang terjadi antara pemberian rangsang tunggal sampai timbulnya respon terhadap rangsangan tersebut (Suma'mur 1994: 237).

- 2) Perasaan kelelahan kerja, diukur dengan menggunakan kuesioner alat ukur Perasaan Kelelahan Kerja (KAUPK2). KAUPK2 merupakan instrumen yang disusun oleh Setyawati (1994: 48), terdiri dari pertanyaan pertanyaan tentang keluhan subyektif yang diderita oleh tenaga kerja Indonesia yang mengalami kelelahan kerja.
- b. Sastrowinoto (1985: 36), menyatakan lambatnya kemampuan mata untuk membedakan cahaya berkedip dengan cahaya kontinu dengan frekuensi kerling mulus adalah suatu keadaan yang menunjukkan terjadinya kelelahan.
- c. Suma'mur (1994: 56) menyatakan bahwa untuk menilai tingkat kelelahan tenaga kerja dapat dilakukan dengan mengukur waktu reaksi (reaksi sederhana atas rangsang tunggal atau reaksi-reaksi yang memerlukan koordinasi), konsentrasi, uji *flicker fusion*. Selain itu dengan daftar gejala-gejala atau perasaan yang ada hubungannya dengan kelelahan yaitu: perasaan berat dikepala, menjadi lelah seluruh badan, merasa sukar berfikir, merasa gugup menghadapi sesuatu, merasa kurang berkonsentrasi, terhadap pekerjaan, menguap, pelupa, merasa lelah seluruh tubuh, menjadi mengantuk, merasa cemas dan lain- lain.
- d. Menurut Grandjean (1985: 172) kelelahan kerja sulit diukur secara pasti karena belum ada alat baku yang dipergunakan, namun dapat diukur berdasarkan beberapa indikator.

Meskipun ada alat untuk mengukur kelelahan kerja, pada penelitian ini dilakukan pengukuran perasaan kelelahan kerja dengan KAUPK2 berdasarkan beberapa indikator perasaan lelah pekerja.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Salah satu aspek yang harus menjadi perhatian perusahaan adalah kenyamanan bagi tenaga kerja saat melaksanakan pekerjaannya. Kenyamanan disini adalah kenyamanan suhu, kenyamanan audio, dan kenyamanan visual.

Dari hasil pengukuran di lapangan diperoleh:

1. Untuk tingkat kebisingan di lokasi unit kerja *crusher*, *breaker* dan pemboran berada diatas Nilai Ambang Batas (NAB) merujuk KEP-51/MENAKER/1999 dengan waktu kerja normal 8 jam, (NAB) kebisingan ditetapkan sebesar 85 dB. Adapun nilai kebisingan di *crusher* sebesar **92,9 dB**, di *breaker* sebesar **88,8 dB**, di pemboran **105,4 dB**. Sedangkan untuk kegiatan peledakan dan lokasi *workshop* alat berat, nilai tingkat kebisingan masih berada dibawah Nilai Ambang Batas (NAB) dan masih aman bagi pekerja di unit kerja tersebut. Adapun nilai kebisingan pada kegiatan peledakan sebesar **78,0 dB** dan di *workshop* alat berat **76,6 dB**.
2. Dari hasil perhitungan suhu jika merujuk ke KEP-51/MENAKER/1999 untuk kerja terus-menerus selama 8 jam, di lokasi *crusher* diperoleh **26,5°C**. Jenis pekerjaan di ruang tersebut termasuk jenis pekerjaan ringan maka masih dalam kondisi aman dengan syarat ketentuan tidak lebih dari 30°C. Sedangkan di *workshop* berada diatas Nilai Ambang Batas (NAB) yaitu sebesar **28,3°C**, hal ini dikarenakan jenis pekerjaan yang dialami oleh pekerja tersebut termasuk pekerjaan berat, dengan syarat ketentuan tidak lebih dari 25°C. (KEP-51/MENAKER/1999)

3. Dari hasil pengukuran kuat penerangan diperoleh nilai kuat penerangan di kedua lokasi disimpulkan lokasi unit kerja *crusher* dan *workshop* alat berat memiliki kuat penerangan yang masih aman menurut Peraturan Menteri Pemburuan No.7/1964, dengan syarat paling sedikit 50 lux. Adapun besar kuat penerangan di lokasi *crusher* sebesar **75 Lux**, sedangkan yang di lokasi *workshop* sebesar **67 Lux**.

B. Saran

Dari hasil pengukuran tingkat kebisingan di lokasi unit kerja *crusher*, *breaker* dan pemboran berada di atas Nilai Ambang Batas (NAB) merujuk KEP-51/MENAKER/1999 dengan waktu kerja normal 8 jam. Untuk itu, disarankan pekerja mengutamakan penggunaan *Ear Plug/Ear Muff* selama di lokasi. Alternatif lain yang bisa dilakukan perusahaan dengan memasang pembatas atau tameng di pintu atau *baffles* yang dipasang di langit-langit, yang berfungsi sebagai penyerap suara.

Dari hasil perhitungan ISBB (Indeks Suhu Basah dan Bola) jika merujuk ke KEP-51/MENAKER/1999 untuk kerja terus-menerus selama 8 jam di *workshop* sudah melebihi Nilai Ambang Batas (NAB), hal ini dikarenakan jenis pekerjaan yang di alami oleh pekerja tersebut termasuk pekerjaan berat, dengan syarat ketentuan tidak lebih dari 25°C (KEP-51/MENAKER/1999). Maka dianjurkan bagi perusahaan mengatur sirkulasi udara dengan jalan pemasangan AC atau yang sejenis dan juga menyediakan air minum di tempat yang mudah dijangkau oleh pekerja.

Untuk kuat penerangan di kedua ruangan sudah memenuhi syarat, perlu dipertahankan. Penelitian ini tidak selesai sampai disini, untuk kesempurnaan pembahasan disarankan untuk dilakukan penelitian lanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiono, Sugeng. (1996). *Hiperkes dan KK*. Semarang: Bunga Rampai.
- Depnaker. (1992). *Modul Kursus Tertulis Bagi Dokter Hyperkes*. Jakarta.
- Depnaker RI. (1993). *Modul Dasar-Dasar Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta.
- Downey Liam, Marieke.V.W. (2005). *Enviromental Stressors : The Human Health Impact Of Living Near Industrial Activity*, Journal of Health and Social Behavior, 46 .pg.289.
- Dulhadi. (1994). *Penyakit Akibat kerja*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Grandjean and Kogi. (1972). *Introductory Remarks*. Kyoto Symposium on Methodology of Fatigue Assessment. Industrial fatigue Reasearch Committee of The Japan Assessment of Industry Health, Japan.
- Granjean. E. (1985). *Fitting the Task to The Man*, Ed. 4. A Text Book of Occupational Ergonomic. London. New York. Philadelphia.
- Heri. (2012). *Laporan PT. Semen Padang*. Padang.
- ILO, (1983). *Encyclopedia of Occupational Health and Safety*. Vol.III.Internasional Irwin, New York.
- Kepmenaker. No: 51/Men/1999. *Tentang Nilai Ambang Batas Kebisingan*.
- Mc. Cuney, J.R. (1988). *A Practical Approach to Occupational and Enviromental Medicine*. Second-Edition Printed in The United States of America.
- Satrowinoto, S. (1985). *Meningkatkan Produktivitas dengan Ergonomi*. PT Pustaka Binawan Pressindo, Jakarta.
- Setyawati, Lientje. (1994). *Kelelahan kerja kronis. Kajian Terhadap Perasaan Kelelahan Kerja, Penyusunan Alat Ukur. Serta Hubungannya Dengan Waktu Reaksi dan Produktivitas Kerja*. Disertasi. Program Pascasarjana, UGM. Yogyakarta.
- Silaban, Gerry. (1996). *Shift Kerja dan Kelelahan Kerja Tenaga Kerja Wanita PT. Sibalec*, Tesis, Program Pascasarjana, UGM, Yogyakarta.
- Soeripto. (2000). *Teknologi Pengendalian Intensitas Kebisingan*, Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja , Pusat Hiperkes dan Keselamatan Kerja Depnaker RI, Jakarta.