

ANALISIS KEBISINGAN PADA RUANGAN MESIN BORDER TERHADAP KELELAHAN OPERATOR MESIN BORDER DI *HOME* INDUSTRI BERKAH BORDER

Rafi Abdul Khalik¹, Agus Rahmat Hermawanto²

Program Studi Teknik Industri

Sekolah Tinggi Teknologi Bandung

Jl. Soekarno Hatta No. 378 Bandung Kode Pos 40235, Telp. (022) 5224000

Email : rafiabdul666@gmail.com¹, agusrh@sttbandung.ac.id²

Abstrak

Kebisingan merupakan salah satu faktor lingkungan fisik yang perlu diperhatikan. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis kebisingan yang ditimbulkan di tempat ruang mesin border 1 dan mesin border 2, termasuk mengidentifikasi pengaruh tingkat kebisingan yang ditimbulkan mesin border 1 dan mesin border 2 terhadap kelelahan di tempat ruang mesin border. Hasil kebisingan di tempat ruang mesin 1 menunjukkan bahwa tingkat kebisingan tertinggi berada pada titik ke-1 (satu) dengan tingkat kebisingan 97,6 dBA. Sedangkan tingkat kebisingan terendah berada pada titik ke-4 (empat) dengan tingkat kebisingan 95,5 dBA. Hasil kebisingan di tempat ruang mesin 2 menunjukkan bahwa tingkat kebisingan tertinggi berada pada titik ke-2 (dua) dengan tingkat kebisingan 91,1. Sedangkan tingkat kebisingan terendah berada pada titik ke-4 (empat) dengan tingkat kebisingan 88 dBA. Sedangkan pada tingkat kelelahan yang paling dominan adalah kelelahan berat yang berjumlah 3 orang dan 1 orang hanya merasakan kelelahan menengah. Dari hasil pengujian Analisis Regresi Linear Sederhana bahwa probabilitasnya sebesar 0,002 lebih kecil < 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa H₀ ditolak, ini artinya ada pengaruh kebisingan terhadap kelelahan pada bagian ruang mesin 1 dan mesin 2

Kata Kunci : Kebisingan, Nilai Ambang Batas, Kelelahan.

Abstract

Noise is one of the physical environmental factors that need attention. The purpose of this study was to analyze the noise generated at the border machine room and border machine 2, including identifying the effect of the level of noise generated by border machine 1 and border machine 2 on fatigue in the border machine room. The results of noise in the engine room 1 show that the highest noise level is at point 1 (one) with a noise level of 97.6 dBA. While the lowest noise level is at point 4 (four) with a noise level of 95.5 dBA. The results of noise in engine 2 show that the highest noise level is at point 2 (two) with a noise level of 91.1. While the lowest noise level is at point 4 (four) with a noise level of 88 dBA. While the most dominant level of fatigue is heavy fatigue, amounting to 3 people and 1 person only feels medium fatigue. From the test results of the Simple Linear Regression Analysis that the probability of 0.002 is smaller <0.05, it can be concluded that H₀ is rejected, this means that there is a noise effect on fatigue in the engine room 1 and engine 2

Keywords: Noise, Threshold Value, Fatigue.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Masalah lingkungan kerja fisik dalam suatu perusahaan sangatlah penting maka dari itu diperlukan danya pengaturan maupun penataan faktor-faktor lingkungan kerja fisik yang perlu diperhatikan adalah kebisingan. Menurut peraturan menteri tenaga kerja dan transmigrasi republik indonesia Nomor PER.13/MEN/X/2011, kebisingan adalah semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan/atau alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran.

Kebisingan mempunyai batas maksimum dan minimum dan diukur dengan Nilai Ambang Batas (NAB). Nilai ambang batas yang selanjutnya disingkat NAB adalah standar faktor bahaya di tempat kerja sebagai kadar/intensitas rata-rata tertimbang waktu (*time weighted average*) yang dapat diterima tenaga kerja tanpa mengakibatkan penyakit atau gangguan kesehatan, dalam pekerjaan sehari-hari untuk waktu tidak melebihi 8 jam sehari ataupun 40 jam seminggu, khususnya menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Republik Indonesia Nomor PER.13/MEN/X/2011 menetapkan Nilai Ambang Batas (NAB) kebisingan ditempat kerja sebesar 85 dBA.

Tingginya tingkat kebisingan dapat berpengaruh terhadap berupa gejala mental seperti rasa tidak nyaman, kurang konsentrasi, mudah lupa, cemas, was-was, mudah marah, mudah tersinggung, gelisah dan putus asa.

Dalam Proses Produksinya, Berkah Border menggunakan mesin border yang mengeluarkan suara yang bising. Berdasarkan hasil pengukuran awal tingkat kebisingan, dapat diketahui bahwa kebisingan yang ditimbulkan dimesin 1 dan mesin 2 telah melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) yang ditentukan yaitu sebesar 85 dBA, dimana operator berada di tempat tersebut selama 12 jam kerja dengan istirahat 1 jam.

Selain itu, pekerja di tempat mesin 1 dan mesin 2 juga berpendapat bahwa kebisingan yang ditimbulkan di tempat tersebut mengganggu pendengaran mereka khususnya operator dan Tidak adanya absensi kehadiran bagi para karyawan baik manual maupun *finger print* dan tidak adanya peraturan-peraturan yang mengatur hak-hak karyawan. Dari hasil observasi, wawancara dan memberi kuesioner yang telah disebar didapat bahwa operator merasa kebisingan yang ditimbulkan sangat mengganggu pendengaran 62% dan sedangkan yang merasakan bising dengan kebisingan yang ditimbulkan hanya 38% di tempat tersebut.

Selain mengganggu pendengaran, operator di mesin 1 dan mesin 2 juga merasakan kelelahan yang diduga diakibatkan oleh adanya kebisingan yang ditimbulkan. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan dari Suma'mur P.K.(2009) bahwa kebisingan juga dapat menimbulkan efek lain salah satunya berupa meningkatnya kelelahan tenaga kerja.

Dari hasil observasi dan koesioner yang telah disebar, diperoleh hasil bahwa 75% responden mengalami kelelahan berat seperti perasaan lesu, tidak/berkurangnya gairah untuk bekerja, rasa pusing, penurunan kinerja fisik

dan mental. 25% kelelahan menengah seperti berkurangnya konsentrasi, berkurangnya tingkat kewaspadaan, persepsi yang buruk dan lambat dan 0% responden lainnya mengalami kelelahan ringan dan tidak lelah.

Berdasarkan uraian di atas, khususnya untuk tempat mesin 1 dan mesin 2 perlu mendapatkan perhatian baik dari perusahaan maupun pekerja yang bekerja di tempat tersebut, sebab jika kebisingan yang ditimbulkan di tempat tersebut dibiarkan terus-menerus dalam waktu yang lama tanpa adanya pengendalian kebisingan dapat menimbulkan berbagai dampak negatif bagi pekerja. Hal ini semakin beresiko tinggi karena pekerja di tempat tersebut tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) untuk telinga saat bekerja.

Berdasarkan Permasalahan Kebisingan di atas, maka penyusun tertarik untuk mengadakan penelitian mengenai kebisingan guna menganalisis tingkat kebisingan di *Home Industri Berkah Border*. Termasuk mengetahui apakah ada pengaruh tingkat kebisingan yang ditimbulkan terhadap kelelahan kerja.

II. LANDASAN TEORI

A. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Menurut Fajar dan Heru (2010), keselamatan dan kesehatan kerja menunjuk pada kondisi fisiologis fisik dan psikologi tenaga kerja yang diakibatkan oleh lingkungan kerja perusahaan. Sedangkan menurut Hadiningrum (2003) keselamatan dan kesehatan kerja adalah pengawasan terhadap orang, mesin, material, dan metode yang mencakup lingkungan kerja agar pekerja tidak mengalami cedera. Dalam Undang-undang No.13 Tahun 2003 mengenai ketenagakerjaan pasal 87 disebutkan bahwa "Setiap perusahaan wajib menerapkan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja yang terintegrasi dengan sistem manajemen perusahaan".

Sedangkan menurut Mangkunegara (2005), tujuan keselamatan dan kesehatan kerja adalah sebagai berikut :

- 1) Setiap pegawai mendapat jaminan keselamatan dan kesehatan kerja baik secara fisik, sosial dan psikologis.
- 2) Setiap perlengkapan dan peralatan kerja digunakan sebaik-baiknya, seefisien mungkin.
- 3) Semua produksi dipelihara keamanannya.
- 4) Adanya jaminan atas pemeliharaan dan peningkatan kesehatan gizi pegawai.
- 5) Meningkatkan kegairahan, keserasian kerja dan partisipasi kerja.
- 6) Terhindar dari gangguan kesehatan yang disebabkan oleh lingkungan atau kondisi kerja.
- 7) Setiap pegawai merasa aman dan terlindungi dalam bekerja.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa tujuan yang hendak dicapai dengan adanya program keselamatan dan kesehatan kerja yaitu menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat serta melindungi karyawan dan memelihara kondisi baik secara fisik maupun mental agar karyawan dapat bekerja dengan aman dan nyaman.

B. Ergonomi

Ergonomi merupakan interaksi antara faal kerja manusia dengan pekerja atau lingkungan kerjanya seperti konstruksi mesin yang disesuaikan dengan fungsi indra manusia, postur dan cara kerja yang mempertimbangkan aspek antropometris dan fisiologis manusia (Suma'mur, 2014). Beberapa perbaikan ergonomi yang telah dilakukan oleh para ahli di luar negeri, terbukti bahwa dengan penerapan ergonomi mampu memberikan keuntungan secara ekonomi, meningkatkan keselamatan dan kenyamanan kerja. Malah telah sampai pada simpulan *good ergonomic is good economic* (Hendrick, 2002). Maksudnya adalah, apabila ergonomi dapat diterapkan dengan baik dan benar akan dapat memberikan keuntungan ekonomi yang lebih baik.

Secara umum tujuan dari penerapan ergonomi adalah (Tarwaka, 2011) :

- 1) Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
- 2) Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif.
- 3) Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek yaitu aspek teknis, ekonomis, antropologis dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

C. Lingkungan Kerja Fisik

Lingkungan kerja berkaitan dengan segala sesuatu yang berada di tempat kerja. Lingkungan kerja adalah segala kondisi yang berada di sekitar karyawan yang dihubungkan dengan terjadinya perubahan psikologis dalam diri karyawan yang bersangkutan (Nitisemito, 2000; Schultz, 2006). Selain itu definisi lain dikemukakan oleh Sedarmayanti (2009:26) yang mendefinisikan lingkungan kerja sebagai keseluruhan alat perkakas dan bahan yang dihadapi, lingkungan sekitarnya dimana seseorang bekerja, metode kerjanya, serta pengaturan kerjanya baik sebagai perseorangan maupun sebagai kelompok. Dari berbagai pendapat di atas, maka dapat disimpulkan bahwa lingkungan kerja adalah segala sesuatu yang berada di sekitar karyawan dan dapat mempengaruhi karyawan dalam menjalankan tugas-tugas yang diberikan. Lingkungan kerja dapat menambah kenyamanan dan konsentrasi karyawan sehingga mampu meningkatkan kinerja yang dimiliki. Sedangkan lingkungan kerja yang kurang nyaman bagi karyawan dan dianggap tidak memadai akan dapat menimbulkan penurunan kinerja karyawan, karyawan akan merasa tidak betah dan tidak bersemangat dalam menjalankan kewajibannya dan menyelesaikan pekerjaan-pekerjaan yang diberikan. Hal ini akan berdampak buruk bagi perusahaan.

D. Kebisingan

Kebisingan mempunyai batas maksimum dan minimum dan diukur dengan Nilai Ambang Batas (NAB). Nilai ambang batas yang selanjutnya disingkat NAB adalah standar faktor bahaya di tempat kerja sebagai kadar/intensitas rata-rata tertimbang waktu (*time weighted average*) yang dapat diterima tenaga kerja tanpa mengakibatkan penyakit atau gangguan kesehatan, dalam pekerjaan sehari-hari untuk waktu tidak melebihi 8 jam sehari ataupun 40 jam seminggu, khususnya menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Republik Indonesia Nomor PER.13/MEN/X/2011 menetapkan Nilai Ambang Batas (NAB) kebisingan ditempat kerja sebesar 85 dBA.

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 48, tahun 1996, tentang Baku Mutu Tingkat Kebisingan, bahwa kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari suatu usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Tingkat kebisingan adalah ukuran energi bunyi yang dinyatakan dalam satuan desibel (dB), sedangkan baku mutu tingkat kebisingan adalah batas maksimal tingkat kebisingan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari suatu usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Sementara itu menurut Suma'mur(2000), bunyi atau suara didengar sebagai rangsangan pada sel saraf pendengaran dalam.

Kebisingan adalah suara yang tidak dikehendaki oleh pendengaran manusia, kebisingan adalah suara yang mempunyai multi frekuensi dan multi amplitudo dan biasanya terjadi pada frekuensi tinggi. Sifat kebisingan terdiri dari berbagai macam, antara lain konstan, fluktuasi, kontinue, intermiten, impulsif, random dan impact noise.

Kebisingan didefinisikan sebagai bunyi yang tidak dikehendaki. Bising menyebabkan berbagai gangguan terhadap tenaga kerja, seperti gangguan fisiologis, gangguan psikologis, gangguan komunikasi dan ketulian, atau ada yang menggolongkan gangguannya berupa gangguan pendengaran, misalnya gangguan terhadap pendengaran dan gangguan pendengaran seperti komunikasi terganggu, ancaman bahaya keselamatan, menurunnya performa kerja, kelelahan dan stres. Jenis pekerjaan yang melibatkan paparan terhadap kebisingan antara lain pertambangan, pembuatan terowongan, mesin berat, penggalian (pengeboman, peledakan), mesin tekstil, dan uji coba mesin jet.

Secara konseptual teknik pengendalian kebisingan yang sesuai dengan hirarki pengendalian risiko menurut Tarwaka (2008) adalah :

- 1) *Eliminasi* : Eliminasi merupakan suatu pengendalian risiko yang bersifat permanen dan harus dicoba untuk diterapkan sebagai pilihan prioritas utama. Eliminasi dapat dicapai dengan memindahkan objek kerja atau sistem kerja yang berhubungan dengan tempat kerja yang kehadirannya pada batas yang tidak dapat diterima oleh ketentuan, peraturan dan standart baku K3 atau kadarnya melebihi Nilai Ambang Batas (NAB).

- 2) *Substitusi* : Pengendalian ini dimaksudkan untuk menggantikan bahan-bahan dan peralatan yang berbahaya dengan bahan-bahan dan peralatan yang kurang berbahaya atau yang lebih aman, sehingga pemaparannya selalu dalam batas yang masih bias ditoleransi atau dapat diterima.
- 3) *Engineering Control* : Pengendalian dan rekayasa tehnik termasuk merubah struktur objek kerja untuk mencegah seseorang terpapar kepada potensi bahaya, seperti pemberian pengaman pada mesin.
- 4) *Isolasi* : Isolasi merupakan pengendalian risiko dengan cara memisahkan seseorang dari objek kerja. Pengendalian kebisingan pada media propagasi dengan tujuan menghalangi paparan kebisingan suatu sumber agar tidak mencapai penerima, contohnya : pemasangan barrier, enclosure sumber kebisingan dan tehnik pengendalian aktif (active noise control) menggunakan prinsip dasar dimana gelombang kebisingan yang menjalar dalam media penghantar dikonselasi dengan gelombang suara identik tetapi mempunyai perbedaan fase pada gelombang kebisingan tersebut dengan menggunakan peralatan control.
- 5) *Pengendalian Administratif* : Pengendalian administratif dilakukan dengan menyediakan suatu sistem kerja yang dapat mengurangi kemungkinan seseorang terpapar potensi bahaya. Metode pengendalian ini sangat tergantung dari perilaku pekerja dan memerlukan pengawasan yang teratur untuk dipatuhinya pengendalian secara administratif ini. Metode ini meliputi pengaturan waktu kerja dan waktu istirahat, rotasi kerja untuk mengurangi kelelahan dan kejenuhan.
- 6) *Alat Pelindung Diri* : Alat pelindung diri secara umum merupakan sarana pengendalian yang digunakan untuk jangka pendek dan bersifat sementara, ketika suatu sistem pengendalian yang permanen belum dapat diimplementasikan. APD (Alat Pelindung Diri) merupakan pilihan terakhir dari suatu sistem pengendalian risiko tempat kerja. Antara lain dapat dengan menggunakan alat proteksi pendengaran berupa : ear plug dan ear muff. Ear plug dapat terbuat dari kapas, spon, dan malam (wax) hanya dapat digunakan untuk satu kali pakai. Sedangkan yang terbuat dari bahan karet dan plastik yang dicetak (molded rubber/ plastic) dapat digunakan berulang kali. Alat ini dapat mengurangi suara sampai 20 dB(A). Sedangkan untuk ear muff terdiri dari dua buah tutup telinga dan sebuah headband. Alat ini dapat mengurangi intensitas suara hingga 30 dB(A) dan juga dapat melindungi bagian luar telinga dari benturan benda keras atau percikan bahan kimia.

Untuk mengukur kebisingan di lingkungan kerja dapat dilakukan dengan menggunakan alat Sound Level Meter. Sebelumnya, intensitas bunyi adalah jumlah energi

bunyi yang menembus tegak lurus bidang per detik. Metode pengukuran akibat kebisingan di lokasi kerja, yaitu:

1. Pengukuran dengan titik sampling

Pengukuran ini dilakukan bila kebisingan diduga melebihi ambang batas hanya pada satu atau beberapa lokasi saja. Pengukuran ini juga dapat dilakukan untuk mengevaluasi kebisingan yang disebabkan oleh suatu peralatan sederhana, misalnya kompresor/generator. Jarak pengukuran dari sumber harus dicantumkan, misal 3 meter dari ketinggian 1 meter. Selain itu juga harus diperhatikan arah mikrofon alat pengukur yang digunakan.



Gambar 2.1 Sound Level Meter

2. Pengukuran dengan peta kontur

Pengukuran dengan membuat peta kontur sangat bermanfaat dalam mengukur kebisingan, karena peta tersebut dapat menentukan gambar tentang kondisi kebisingan dalam cakupan area. Pengukuran ini dilakukan dengan membuat gambar isoplet pada kertas berskala yang sesuai dengan pengukuran yang dibuat. Biasanya dibuat kode pewarnaan untuk menggambarkan keadaan kebisingan, warna hijau untuk kebisingan dengan intensitas di bawah 85 dBA, warna oranye untuk tingkat kebisingan yang tinggi di atas 90 dBA, warna kuning untuk kebisingan dengan intensitas antara 85–90 dBA.

Tingkat Tekanan Suara dan tingkat tekanan suara berbobot A (tingkat kebisingan) Suara adalah gejala di mana partikel-partikel di udara bergetar dan menyebabkan perubahan-perubahan dalam tekanan udara, karena itu intensitasnya dinyatakan sebagai tekanan suara. (Pascal adalah suatu unit/Pa) dan energi yang diperlukan untuk getaran (juga dinamakan "tenaga suara dari sumber ", unit-unit watt/W). Bila dinyatakan dalam Pascal, intensitas dari suara dinamakan "tekanan suara" dan menggunakan suatu unit referensi dari 20 Pa. Ini hampir sama dengan tekanan suara dari suara minimum yang ditangkap oleh telinga manusia. Tingkat tekanan suara didefinisikan sebagai 10x logaritma rasio dari tekanan suara efektif pangkat dua terhadap tekanan suara referensi efektif (20 Pa), dan dinyatakan dengan formula di bawah ini. Pendekatan ini diterima demi mudahnya anotasi, seperti - misalnya - suatu suara dengan 100 dB akan mempunyai tekanan suara sebesar 100.000 kali tekanan suara referensi dengan seterusnya

menjadi terdiri dari banyak digit. Unit-unit itu adalah decibel (dB).

Tingkat percentile (LAN, T) Kenyaringan kebisingan fluktuasi dengan waktu, karena itu perlumempertimbangkan fluktuasi selama satu periode waktu ketika menilai tingkattekanan suara berbobot A. Dua indeks populer adalah tingkat percentile dan tingkat tekanan suara berbobot A yang sepadan dan kontinyu. Tingkat kebisingan yang, untuk N% periode dari waktu yang diukur, sama atau lebih besar dari tingkat tertentu, dinamakan "Tingkat percentile N-persen". Variabel ini dinyatakan sebagai LAN dan suatu tingkat 50% (LA50) diambil sebagai titik tengah, 5% (LA5) sebagai batas atas dari lingkup 90% dan 95% (LA95) sebagai batas bawah dari lingkup 90% yang sama. Dalam pengukuran yang menggunakan faktor waktu aktual, praktek pada umumnya adalah mengambil contoh tingkat tekanan suara berbobot A pada interval waktu yang konstan, peroleh distribusi frekwensi kumulatifnya, kemudian mendapatkan tingkat percentile spesifik. Pada umumnya, dalam penilaian kebisingan lingkungan, sebaiknya mengambil 50 atau lebih contoh pada interval 5 detik atau kurang.

Tingkat tekanan suara berbobot A yang sepadan dan kontinyu-(LAeq) Tingkat tekanan suara berbobot A yang sepadan dan kontinyu banyak dipakai di seputar dunia sebagai indeks untuk kebisingan. Itu didefinisikan sebagai "tingkat tekanan suara berbobot A dari kebisingan yang fluktuasi selama suatu periode waktu T, yang dinyatakan sebagai jumlah energi rata-rata". Itu dinyatakan dengan formula di bawah ini :

$$L_{Aeq} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \int_0^T \frac{P_A^2}{P_0^2} dt \right] \quad \text{dan} \quad L_{Aeq} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \left(\frac{P_{A1}^2}{P_0^2} \cdot \frac{t_1}{T} + \frac{P_{A2}^2}{P_0^2} \cdot \frac{t_2}{T} + \dots + \frac{P_{An}^2}{P_0^2} \cdot \frac{t_n}{T} \right) \right]$$

PO: Tekanan suara referensi (20 μ Pa)

PA: Tekanan suara berbobot A (untuk waktu A) dari kebisingan target (Pa)

Periode waktu adalah dari waktu t1 sampai waktu t2, sedangkan jumlah contoh-contoh tingkat tekanan suara berbobot A adalah n.

Tingkat ekspos terhadap suara digunakan untuk menyatakan kebisingan satu kali atau kebisingan sebentar-sebentar dalam jangka waktu pendek dan kontinyu. Variabel mengubah jumlah energi dari kebisingan satu kali menjadi tingkat tekanan suara berbobot A dari kebisingan tetap 1-detik yang kontinyu dari energi sepadan. Karena kebisingan kereta api dapat dianggap sebentar-sebentar, "kebijakan untuk mengatasi kebisingan dalam penambahan atau penyempurnaan jalur kereta api dalam skala besar (Jawatan Lingkungan Jepang, Des. 1995)" adalah dengan mengukur tingkat ekspos terhadap suara dari setiap kereta api yang lewat dan mendapatkan tingkat tekanan suara berbobot A yang sepadan dan kontinyu.

$$L_{AE} = 10 \log \left[\frac{1}{T_0} \int_1^2 \frac{P_A^2}{P_0^2} dt \right]$$

T_0 : Waktu referensi (1 detik)

$t_2 - t_1$: Waktu yang diperlukan untuk lewatnya satu kereta api

Formula untuk mendapatkan tingkat tekanan suara berbobot A yang sepadan dan kontinyu dari tingkat peng-eksposan suara dari setiap kereta api yang lewat adalah sbb:

$$L_{Aeq} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \left(10^{\frac{LA1}{10}} + 10^{\frac{LA2}{10}} + \dots + 10^{\frac{LA_n}{10}} \right) \right]$$

T: Waktu (detik) yang ditargetkan untuk LAeq. Dari jam 07:00 sampai dengan 22:00 adalah 54,000 detik. Dari jam 22:00 sampai dengan 07:00 adalah 32,400 detik. Tingkat kekuatan sepadan juga dapat dicapai dengan menggunakan kekuatan rata-rata dari suatu tingkat ekspos terhadap suara (LAE) dan jumlah n kereta api sebagai berikut:

$$L_{Aeq} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \left(n \times 10^{\frac{<LAE>}{10}} \right) \right]$$

E. Anatomi Telinga dan Mekanisme Mendengar

Telinga manusia merupakan organ pendengaran yang menangkap dan merubah bunyi berupa energi mekanis menjadi energi elektrik secara efisien dan diteruskan ke otak untuk disadari serta dimengerti, sebagai sistem organ pendengaran, telinga dibagi menjadi sistem organ pendengaran perifer dan sentral. Gangguan pendengaran mengakibatkan seseorang kesulitan mendengar pembicaraan sehingga terjadi gangguan komunikasi yang dapat berdampak negatif terhadap pekerjaan, pendidikan dan hubungan sosial, hal tersebut dapat menimbulkan depresi. Gangguan pendengaran pada anak yang didapatkan sejak lahir akan menjadi penderita tuli dan bisu.

F. Kelelahan

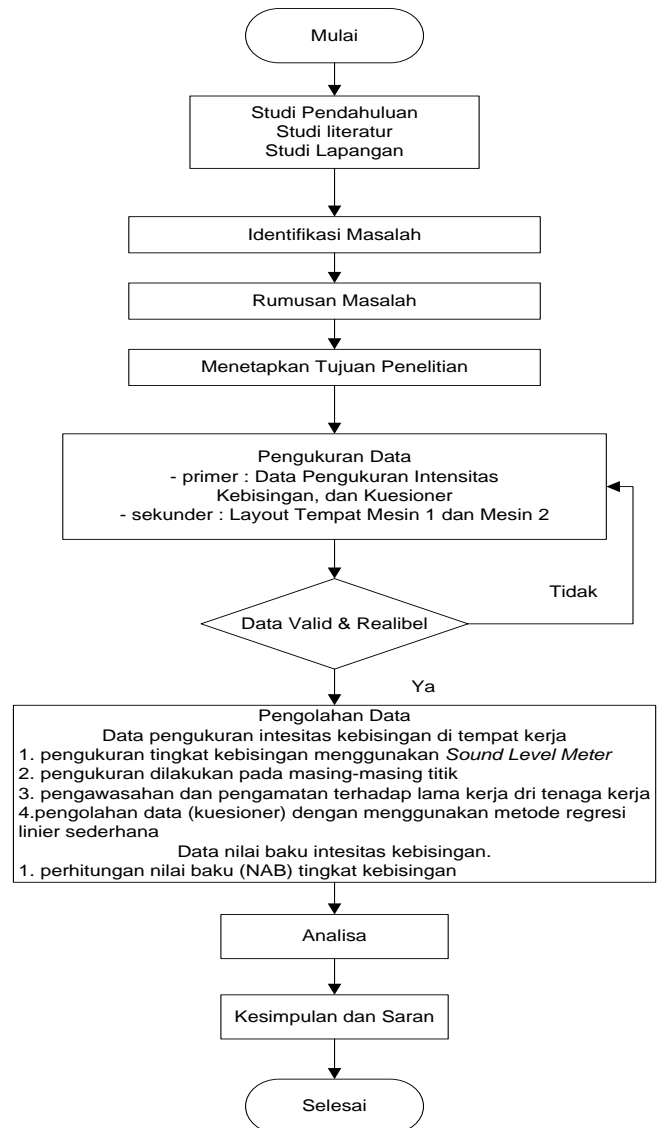
Kelelahan adalah proses yang mengakibatkan penurunan kesejahteraan, kapasitas atau kinerja sebagai akibat dari aktivitas kerja (Mississauga, 2012). Kelelahan suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh terhindar dari kerusakan lebih lanjut sehingga terjadi pemulihan setelah istirahat. Kelelahan diatur sentral oleh otak pada susunan sistem syaraf pusat terdapat sistem aktifitas dan inhibisi. Istilah kelelahan biasanya menunjukkan kondisi yang berbeda-beda dari setiap individu, tetapi semuanya bermuara kepada kehilangan efisiensi dan penurunan kapasitas kerja serta ketahanan tubuh. Kelelahan diklasifikasi dalam dua jenis, yaitu kelelahan otot dan kelelahan umum. Kelelahan otot adalah tremor pada otot/perasaan nyeri pada otot. Sedangkan kelelahan umum biasanya ditandai dengan berurangnya kemauan untuk bekerja yang disebabkan oleh monoton. Faktor penyebab terjadinya kelelahan kerja karena kerja stasi berbeda dengan kelelahan kerja dinamis. Pada otot statis, dengan pengerahan tenaga 50% dari kekuatan maksimum otot hanya dapat berkerja selama 1 menit sedangkan pada pengerahan tenaga <20% kerja fisik dapat berlangsung cukup lama. Tetapi pengerahan tenaga otot statis sebesar 15%-20% akan menyebabkan kelelahan dan nyeri jika pembebanan berlangsung sepanjang hari. Kelelahan adalah suatu keadaan ketika seseorang merasa lelah secara fisik dan/atau mental, yang dapat disebabkan oleh :

- a) Jam kerja yang panjang tanpa intervensi istirahat/periode penyembuhan
- b) Aktivitas fisik yang kuat dan berkelanjutan
- c) Usaha mental yang kuat dan berkelanjutan
- d) Bekerja selama beberapa atau semua waktu alami untuk tidur (sebagai akibat dari shift atau bekerja untuk waktu yang panjang)
- e) Tidur dan istirahat yang kurang cukup (WSHCouncil,2010)

Dengan hasil pengamatan tersebut diatas, zandin dan pihak perusahaan Maynard mempunyai dugaan bahwa gejala kesamaan pola itu bisa dikembangkan untuk mendapatkan suatu metode analisa dan pengukuran operasi kerja yang baru. Beberapa tahun kemudian, Zandin telah menemukan bahwa pada dasarnya pekerjaan manual terdiri dari 3 jenis urutan gerakan. Hal ini menjadi titik pangkal pembentukan konsep MOST, yang merupakan suatu sistem pengukuran kerja. Kerja disini sama artinya dengan kerja dalam ilmu fisika, yaitu perkalian antara gaya dengan jarak ($W = f \times d$). Dalam bahasa yang sederhana, kerja disini berarti perpindahan objek.

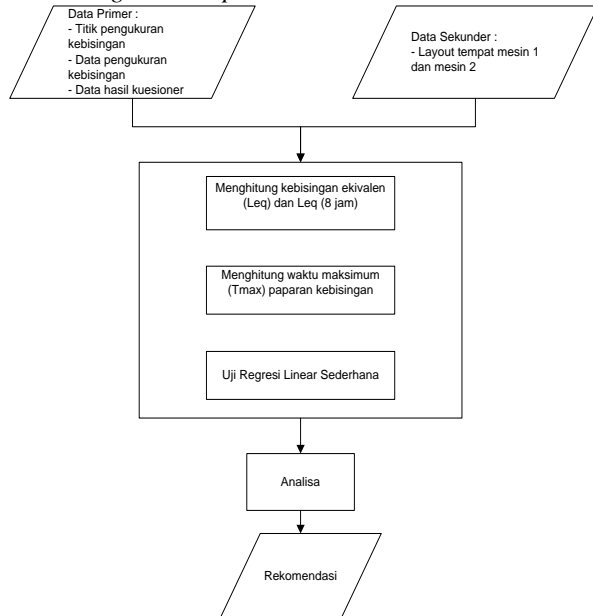
III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

B. Kerangka Konseptual Penelitian



Gambar 3.2 Kerangka Konseptual Penelitian

C. Populasi dan Sampel

Populasi adalah keseluruhan obyek penelitian, populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah pekerja di tempat mesin border 1 dan mesin border 2 yang berjumlah masing-masing 4 dan 4 orang sehingga keseluruhannya dari pekerja *shipt* siang/malam berjumlah 8.

Sampel adalah sebagian atau wakil populasi yang diteliti. Dalam penelitian ini, penelitian mengambil 4 pekerja sebagian sampel yaitu 2 pekerja di mesin border 1 dan 2 di mesin border 2. Pengambilan sampel dengan menggunakan teknik sampling jenuh, dimana semua anggota populasi digunakan sebagai sampel penelitian karena jumlah populasi relatif kecil (sugiyono, 2001)

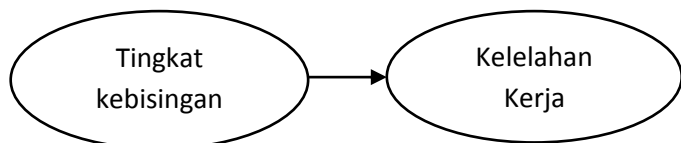
D. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah :

H_0 = Tidak ada pengaruh tingkat kebisingan terhadap kelelahan kerja

H_1 = Ada pengaruh tingkat kebisingan terhadap kelelahan kerja.

Gambar 3.3 Hubungan Tingkat Kebisingan Terhadap Kelelahan Kerja



Dari gambar 3.3 tersebut dapat dijelaskan bahwa apakah tingkat kebisingan secara parsial berpengaruh terhadap kelelahan kerja atau tidak.

E. Jenis dan Sumber Data

Data terbagi atas data primer dan data sekunder, data primer adalah data yang diperoleh dari sumber hasil

penelitian dan pengamatan dilapangan, sedangkan data sekunder adalah data yang relevan dengan permasalahan penelitian yang dapat berupa kajian teoritis. Berdasarkan pemaparan diatas maka data penelitian adalah sebagai berikut :

a. Data primer didapatkan dari pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan di *home* industri Berkah Border.

b. Data sekunder didapatkan dari teori yang relevan. Adapun sumber data yang diperoleh adalah sebagai berikut :

a. Data hasil observasi pengukuran tingkat kebisingan menggunakan alat *sound level meter*.

b. Menggunakan data kajian teoritis yang relevan.

F. Metode Pengolahan

1. Pengukuran dengan cara sederhana

Pengukuran dengan cara ini menggunakan *Sound Level Meter* selama 10 menit pembacaan setiap 5 detik yang akan menghasilkan tingkat kebisingan dalam satuan desibel (dB).

2. Pengukuran dengan cara langsung

Yaitu pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan sebuah *Sound Level Meter* dengan intensitas pengukuran selama 10 menit pembacaan setiap 5 detik.

IV. PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS

A. Pengolahan Data

Pengukuran kebisingan dilakukan pada siang hari saat jam kerja yaitu pada pukul 07:00-15:00 WIB, dengan mengambil 4 (empat) titik pengukuran di Ruangan mesin 1 dan 4 (empat) titik pengukuran di ruangan mesin 2, sehingga jumlah keseluruhan titik pengukuran adalah 8 (delapan) titik. Pengukuran kebisingan di tempat Mesin 1 dan Mesin 2 dilakukan pada hari Senin, 24 juni 2019. Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan dengan menggunakan alat *Sound Level Meter* selama 10 (sepuluh) menit setiap titik pengukuran. Pengukuran adalah 10 menit tiap jam, Pengambilan atau pencatatan data adalah tiap 5 detik. Waktu pengukuran disesuaikan dengan jam kerja perusahaan, yaitu :

1. Waktu pengukuran 1 diukur dengan rentang waktu antara (07:00-11:00) WIB
2. Waktu pengukuran 2 diukur dengan rentang waktu antara (11:00-15:00) WIB

Pengolahan data dalam penelitian ini meliputi perhitungan kebisingan ekuivalen (*Leq*) perhitungan *Leq* (8 jam), pemetaan kebisingan, perhitungan waktu maksimum (*Tmax*) paparan kebisingan serta pengujian dengan Regresi Linear sederhana untuk mengetahui pengaruh tingkat kebisingan terhadap kelelahan kerja.

Setelah melakukan pengukuran kebisingan pada waktu pengukuran di titik-titik pengukuran yang telah ditentukan sebelumnya, yakni 4 (empat) titik pengukuran di tempat ruangan mesin 1 dan 4 (empat) titik pengukuran ditempat ruangan mesin 2, selanjutnya dilakukan

perhitungan kebisingan ekivalen (*leq*) di masing-masing titik.

TABEL IV.XVI REKAPITULASI HASIL PERHITUNGAN *LEQ* DIRUANGAN MESIN 1 PADA WAKTU PENGUKURAN MESIN 1 DAN 2

No	Titik pengukuran	Waktu Pengukuran	Leq (dBA)
1.	Titik Ke-1	1	96,8
		2	96,2
2.	Titik Ke-2	1	93,6
		2	95,8
3.	Titik Ke-3	1	96,6
		2	96,0
4.	Titik Ke-4	1	94,0
		2	94,8

$$Leq = 10 \log_{10}^1 [10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + 10^{\frac{L_3}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_n}{10}}]$$

$$Leq = 10 \log_{10}^1 [10^{\frac{94,4}{10}} + 10^{\frac{90,8}{10}} + 10^{\frac{95,1}{10}} + \dots + 10^{\frac{96,8}{10}}] \text{ dBA}$$

$$Leq = 96,8 \text{ dBA}$$

TABEL IV.XVI REKAPITULASI HASIL PERHITUNGAN *LEQ* DIRUANGAN MESIN 2 PADA WAKTU PENGUKURAN MESIN 1 DAN 2

No	Titik pengukuran	Waktu Pengukuran	Leq (dBA)
1.	Titik Ke-1	1	86,3
		2	86,4
2.	Titik Ke-2	1	85,4
		2	90,5
3.	Titik Ke-3	1	86,4
		2	87,2
4.	Titik Ke-4	1	87,2
		2	86,9

$$Leq = 10 \log_{10}^1 [10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + 10^{\frac{L_3}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_n}{10}}]$$

$$Leq = 10 \log_{10}^1 [10^{\frac{85,6}{10}} + 10^{\frac{84,8}{10}} + 10^{\frac{84,9}{10}} + \dots + 10^{\frac{85,3}{10}}] \text{ dBA}$$

$$Leq = 86,3 \text{ dBA}$$

Perhitungan *Leq* (8 jam) adalah perhitungan untuk mendapat nilai tingkat tekanan suara ekivalen selama 8 jam pada siang hari.

$$Leq \text{ 8 jam Mesin 1} = 10 \log_{10}^1 (\sum_{i=1}^n t_i 10^{0,1L_i})$$

$$= 10 \log_{10}^1 (\frac{1}{8} (4^{0,1 \cdot 96,8}) + (4^{0,1 \cdot 96,2}))$$

$$= 97,6 \text{ dBA}$$

Untuk menentukan nilai *leq* (8jam) tiap titik lainnya di ruangan mesin 1 menggunakan rumus yang sama seperti di atas. Sehingga diperoleh rekapitulasi hasil perhitungan *Leq* (8jam) untuk titik-titik lainnya

TABEL IV.XVII REKAPITULASI HASIL PERHITUNGAN *LEQ* (8JAM) DI RUANG MESIN 1

No	Titik pengukuran	Tempat	Leq 8 JAM (dBA)
1.	Titik Ke-1	Mesin 1	97,6
2.	Titik Ke-2	Mesin 1	96,4
3.	Titik Ke-3	Mesin 1	97,4
4.	Titik Ke-4	Mesin 1	95,5

TABEL IV.XVIII REKAPITULASI HASIL PERHITUNGAN *LEQ* (8JAM) DI RUANG MESIN 2

No	Titik pengukuran	Tempat	Leq 8 Jam(dBA)
1.	Titik Ke-1	Mesin 2	87,3
2.	Titik Ke-2	Mesin 2	91,1
3.	Titik Ke-3	Mesin 2	87,9
4.	Titik Ke-4	Mesin 2	88

Nilai *Leq* (8jam) ditempat pembubutan untuk titik ke-1 (satu) adalah 97,6 dBA maka dapat dicari waktu maksimum (*Tmax*) paparan kebisingan dengan seperti ini.

$$T_{max} = \frac{480}{2^{(L-85)/3}}$$

$$= \frac{480}{2^{(97,6-85)/3}}$$

$$= 57,14 \text{ menit}$$

TABEL IV.XIX HASIL PERHITUNG (*TMAX*) PAPARAN KEBISINGAN DI RUANG MESIN 1

No	Titik pengukuran	Tempat	Leq 8 Jam (dBA)	Tmax (Menit)
1	Titik Ke-1	Mesin 1	97,6	57,14
2	Titik Ke-2	Mesin 1	96,4	63,26
3	Titik Ke-3	Mesin 1	97,4	58,06
4	Titik Ke-4	Mesin 1	95,5	68,57
Rata-rata			95,5	61,73

Nilai *Leq* (8jam) ditempat pembubutan untuk titik ke-1 (satu) adalah 87,3 dBA maka dapat dicari waktu maksimum (*Tmax*) paparan kebisingan dengan seperti ini.

$$T_{max} = \frac{480}{2^{(L-85)/3}}$$

$$= \frac{480}{2^{(87,3-85)/3}}$$

$$= 313,04 \text{ menit}$$

TABEL V.XIX HASIL PERHITUNG (TMAX) PAPARAN KEBISINGAN DI RUANG MESIN 2

No	Titik pengukuran	Tempat	Leq 8 Jam (dBA)	Tmax (Menit)
1	Titik Ke-1	Mesin 1	87,3	313,04
2	Titik Ke-2	Mesin 1	91,1	118,08
3	Titik Ke-3	Mesin 1	87,9	248,28
4	Titik Ke-4	Mesin 1	88	240
Rata-rata			88,58	229,84

Pengukuran kelelahan dilakukan dengan cara pengisian kuesioner oleh responden yang memuat beberapa pertanyaan mengenai gejala-gejala atau perasaan yang secara subjektif dirasakan. Kuesioner yang digunakan adalah kuesioner 30 *Items of Rating Scales*.

TABEL IV.XX KATEGORI PENILAIAN KELELAHAN KERJA

Resp	Bagian	Umur	Masa kerja	Skor	Kategori
1	Mesin 1	27 th	8 th	94	Kelelahan Berat
2	Mesin 1	24 th	5 th	88	Kelelahan menengah
3	Mesin 2	30 th	5 th	94	Kelelahan Berat
4	Mesin 2	37 th	10 th	120	Kelelahan Berat

TABEL IV.XXI UJI VALIDITAS

Item	R hitung	R tabel	Keterangan
V1	0.911	0.811	Valid
V2	0.827	0.811	Valid
V3	0.827	0.811	Valid
V4	0.911	0.811	Valid

Berdasarkan hasil pengujian validitas diatas dapat disimpulkan bahwa semua data tersebut valid, karena nilai r hitung lebih besar dari r tabel ($r_{hitung} > r_{tabel}$).

TABEL IV.XXII UJI RELIABILITAS

Variabel	Cronbach's Alpha	Keterangan
Kebisingan	0.814	Reliabel
Kelelahan	0.762	Reliabel

Berdasarkan hasil pengujian Reabilitasi di atas diketahui angka *Cronbach's Alpha* pada variabel kebisingan dan kelelahan kerja adalah sebesar 0.814 dan 0.762. oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa data tersebut reliabel atau handal karena nilai tersebut lebih besar dari nilai minimal *Cronbach's Alpha* yaitu 0.6.

TABEL IV.XXIII UJI NORMALITAS

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Unstandardized Residual
N		4
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0E-7
	Std. Deviation	.94480441
Most Extreme Differences	Absolute	.279
	Positive	.279
	Negative	-.231
Kolmogorov-Smirnov Z		.557
Asymp. Sig. (2-tailed)		.915
a. Test distribution is Normal.		
b. Calculated from data.		

Berdasarkan hasil pengujian normalitas di atas, diketahui bahwa nilai *Asymp* sebesar 0.915 lebih besar dari 0.05 (*Asymp* > 0.05). sehingga dapat disimpulkan bahwa data tersebut berdistribusi normal.

TABEL IV.XXIV TABEL *COEFFICIENTS*

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized	t	Sig.
		B	Std. Error	Coefficients Beta		
1	(Constant)	-9.814	5.229		-1.877	.201
	Kebisingan	6.525	.301	.998	21.658	.002

a. Dependent Variable: Kelelahan

Pada tabel *Coefficients*, dalam kolom B diperoleh *constant* (a) adalah -9.814, sedangkan nilai kebisingan (b) adalah 6.525, sehingga persamaan regresinya adalah.

$$Y = a + bx$$

Atau

$$Y = -9.814 + 6.525 X$$

Koefisien b dinamakan koefisien arah regresi dan menyatakan perubahan rata-rata variabel Y untuk untuk perubahan setiap perubahan variabel X sebesar satu satuan. Perubahan ini merupakan pertambahan bila b bertanda positif dan penurunan bila b bertanda negatif, sehingga dari persamaan tersebut dapat diterjemahkan.

Konstanta sebesar -9.814 sebesar menyatakan bahwa jika tidak ada nilai kebisingan (X) maka nilai kelelahan (Y) sebesar -9.814.

Koefisien regresi X 6.525 sebesar memyatakan bahwa setiap penambahan 1 nilai kebisingan (X), maka nilai kelelahan (Y) bertambah sebesar 6.525.

Karena nilai koefisien regresi X bernilai positif (+), maka dengan demikian dapat dinyatakan bahwa terjadi hubungan positif antara tingkat kebisingan dengan kelelahan. Sehingga semakin tinggi tingkat kebisingan maka semakin meningkat pula tingkat kelelahan.

V. KESIMPULAN & SARAN

A. Kesimpulan

1. Nilai tingkat kebisingan di ruang mesin dan mesin 2 berkisar antara 95,5 dBA – 88,58 dBA. Hal ini menunjukkan tingkat kebisingan di ruang mesin 1 dan mesin 2 di atas ambang batas berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.13/MEN/X/2011 dimana Ambang Batas (NAB) untuk tingkat kebisingan di tempat kerja yaitu sebesar 85 dBA dengan waktu pengukuran kelelahan diperoleh hasil bahwa yang paling dominan adalah kelelahan berat yaitu 75% responden, 25 % responden mengalami kelelahan menengah. Sedang untuk responden yang mengalami kelelahan ringan dan tidak kelelahan sebanyak 0% responden. Hal ini dapat disimpulkan bahwa kelelahan yang paling banyak dialami oleh pekerja adalah kelelahan berat.
2. Berdasarkan dari hasil uji hipotesis membandingkan nilai sig, dengan probalitas 0.05 hasil Nilai signifikansi 0.002 lebih kecil < dari probalitas 0.05. Sehingga mengandung arti bahwa ada pengaruh kebisingan (X) terhadap kelelahan (Y), dapat disimpulkan bahwa H0 ditolak dan H1 diterima.
3. Berdasarkan dari hasil penelitian bahwa strategi yang harus dilakukan untuk mengurangi tingkat kebisingan yaitu perusahaan harus mengganti bahan-bahan dan peralatan yang berbahaya dengan bahan-bahan peralatan yang kurang berbahaya atau yang lebih aman (Substitusi) dan para operatur diharuskan memakai Alat Pelindung Diri (APD).

B. Saran

1. Berdasarkan hasil penelitian, maka perusahaan harus segera mungkin untuk melakukan Substitusi : Pengendalian ini dimaksudkan untuk menggantikan bahan-bahan dan peralatan yang berbahaya dengan bahan-bahan dan peralatan yang kurang berbahaya atau yang lebih aman, sehingga pemaparannya selalu dalam batas yang masih bisa ditoleransi atau dapat diterima.
2. Berdasarkan hasil penelitian menetapkan peraturan tentang keharusan bagi pekerja untuk menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) untuk telinga saat berada di tempat tersebut, jika ada pekerja yang melanggar peraturan tersebut, maka akan diberikan *panishmen* sesuai dengan ketentuan yang disepakati.
3. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka diajukan saran untuk penelitian yang akan datang membahas tentang dampak lingkungan akibat perusahaan yang mengeluarkan Nilai Ambang Batas (NAB) dan melakukan penelitian jam kerja *shift* para karyawan khususnya pada operator.

REFERENSI

- Amelia Ridha Rizky. (2015). *Analisis serta Solusi Kebisingan Di Pabrik Amoniak (Studi Kasus PT. pupuk Sriwidjaja)*. Skripsi. Program Studi Teknik Industri, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Badan Standardisasi nasional. SNI 7231-2009. *Metode Pengukuran Intensitas Kebisingan di Tempat Kerja*. Jakarta. BSN. 2009.

- Budiono, A.M. Sugeng. (2003). *Bunga Rampai Hiperkes dan KK, Higiene Perusahaan Ergonomi, Kesehatan Kerja, Keselamatan Kerja*. BPUNDIP Semarang.
- Fadillah, Tenri Nur (2016), *Analisis Tingkat Kebisingan Simpang Empat Bersinyal di Jalan Veteran Utara Makassar*. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Hasanudin.
- Ganong, W.F. (1999). *Buku Aja Fisiologi Kedokteran*, EGC : Jakarta
- Hasibuaq Y. *Kelelahan*. Unila, ac.id
- Harwanto, Irwn. (2004). *Perbedaan Tingkat Kelelahan Tenaga Kerja Akibat Intensitas Kebisingan Berbeda di PT Kereta Api (Persero) Daerah Operasi IV Semarang*, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro.
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi. (2011). NOMOR PER.13/MEN/X/2011. *Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja*.
- Ramdan, Iwan Muhammad. (2013), *Higiene Industri*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman :Yogyakarta.
- Krisnawati, Bayu. (2010). *Hubungan Intensitas Kebisingan terhadap Kelelahan Kerja Sebelum dan Sesudah Kerja pada Karyawan Mekanik Maintenance UnityCompressor di PT. Indo Acidatama, Tbk. Kemiri Kebakkramat unity Karang Anyar*. Skripsi. Program Diploma IV Kesehatan Kerja, Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret-Surakarta.
- Nofirza. (2015). *Analisa Intensitas Kebisingan dengan Pendekatan pada sebaran Pemetaan Kebisingan di PT. Ricry Pekanbaru*, Skripsi. Program Studi Teknik Industri, UIN SUSKA Riau.
- Nurmianto, Eko. (2008). *Ergonomi Kensep Dasar dan Aplikasinya*. Guna Wijaya : Surabaya.
- Rambe, Andrina Yunita M. (2003) *Gangguan Pendengaran Akibat Bising*. Fakultas Kedokteran, Bagian Ilmu Penyakit Telinga, Hidung, Tenggorokan. Universits sumatera.
- Riadi, Muchlisin. (2014). *Pengertian, Jenis dan Manfaat Lingkungan Kerja* di <http://www.kajianpustaka.com>
- Rdley, John, (2006). *Kesehatan dan Keselamatan Kerja Ikhtisar*. Penerbit Erlangga : Jakarta.
- Santoso, Gempur. (2004) *Ergonomi Manusia, Peralatan dan Lingkungan Prestasi*. Pustaka Publisher : Jakarta.
- Sasongko, Dwi P. (2000). *Kebisingan Lingkungan Badan*. Penerbit Universitas Diponegoro : Semarang.
- Sedermayanti. (2001). *Sumber Daya Manusia dan Produktivitas Kerja*. Mandar Maju ; Bandung.
- Suma'mur P.K (2009) *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (Hiperkes)* PT. Sagung Seto : Jakarta.
- Suparni, Sri. (2011). *Pengaruh Kebisingan Terhadap Kelelahan Kerja Pada Tenaga Kerja Bagian Instalasi Gizi di Rumah Sakit X*. Skripsi. Program Diploma IV Kesehatan Kerja, Fakultas Kedokteran, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Tarwaka. (2004). *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Uniba Press : Surakarta.
- Tambunan, S.T.B (2005) *Kebisingan di Tempat Kerja*. Penerbit Andi : Yogyakarta

