

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN DI AREA PRODUKSI  
PT. ANTAM ,TBK. UBPN SULTRA  
(STUDI KASUS PT. ANTAM,TBK.UBPN SULTRA)**



**MELIN FEBRINA**

**D121 16 303**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2020**

**SKRIPSI**

**ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN DI AREA PRODUKSI**

**PT. ANTAM ,TBK. UBPN SULTRA**

**(STUDI KASUS PT. ANTAM,TBK.UBPN SULTRA)**

**OLEH:**

**MELIN FEBRINA**

**D12116303**

**Merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana**

**Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2020**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

JL. POROS MALINO, KM.6 BONTOMARANNU KAB. GOWA

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa.

Judul : **Analisis Tingkat Kebisingan di Area Produksi PT. ANTAM, Tbk UBPN SULTRA**

Disusun Oleh :

Nama : **Melin Febrina**

**D121 16 303**

Telah diperiksa dan disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 26 Nopember 2020

Pembimbing I

  
**Prof. Dr. M. Wihardi Tjaronge, S.T., M.Eng.**  
NIP. 19680529 2002121002

Pembimbing II

  
**Rasdiana Zakaria, S.T., M.T.**  
NIP. 198510222019032011

Menyetujui,  
Ketua Departemen Teknik Lingkungan

  
**Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T.**  
NIP. 197204242000122001

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Melin Febrina, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Analisis Tingkat Kebisingan di Area Produksi PT.ANTAM Tbk UBPN SULTRA**", adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, 25 November 2020

Yang membuat pernyataan,



Melin Febrina

NIM: D121 16 303

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah Rabbil Alamin*, puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah memberikan Rahmat dan Karunia-nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul :ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN DI AREA PRODUKSI PT.ANTAM, TBK UBPN SULTRA.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan kelulusan pada jenjang Strata 1 Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari, banyak hambatan dan kesulitan pada saat penyusunan tugas akhir ini, namun berkat bantuan pembimbing, nasehat, dan doa dari semua pihak, membuat penulis mampu dan tetap semangat hingga dapat selesai pengerjaan tugas akhir.

Selesainya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak termasuk juga orang tua Penulis yang telah mendukung serta mendoakan penulis. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak mulai dari tahap persiapan, pelaksanaan, dan penyusunan. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak berikut :

1. Orang Tua dan keluarga penulis yang selalu mendoakan, memberikan dukungan. Pengorbanan yang tak terhingga demi kehidupan yang layak untuk anak-anaknya. Untuk mama dan daddy yang mendidik agar penulis mampu mandiri, kuat berdiri dengan kaki sendiri, dimampukan berlari menggapai impian, mama Awang yang selalu mengingatkan kewajiban penulis dalam menggapai ridho Allah disetiap urusan, serta adik saya tercinta yang menjadi penyemangat dan motivasi penulis.
2. Ibu Prof Dr Dwia Aries Tina Pulubuhu M, selaku Rektor Universitas Hasanuddin
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

4. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim ,S.T., M.Eng. selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Universitas Hasanuddin.
5. Bapak Prof. Dr. M. Wihardi Tjronge, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing I, Ibu Rasdiana Zakaria, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan dan masukan, meluangkan waktu di tengah kesibukannya selama penulis melaksanakan penelitian dan penyusunan tugas akhir ini, dan juga selalu memberikan semangat selama penulis melaksanakan penelitian dan penyusunan tugas akhir.
6. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Teknik Departemen Teknik Lingkungan atas bimbingan, arahan, didikan, dan motivasi yang telah diberikan selama kurang lebih empat tahun.
7. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuannya selama penulis menempuh perkuliahan terutama kepada staf S1 Teknik Lingkungan Ibu Sumiati dan Kak Olan.
8. Bapak Andriyanto Pakiding, dan kumpulan orang-orang baik di Hiperkes, serta seluruh pegawai di PT. Antam Tbk. UBPN SULTRA yang telah membimbing dan memberi masukan dan membantu penulis dalam melengkapi data tugas akhir.
9. Ikhwan Iqramullah, rekan terkasih yang berjuang bersama untuk mendapatkan gelar sarjana, yang memberikan semangat saat penulis *insecure* atas diri sendiri dan dalam kesibukannya masih sempat meluangkan waktu membantu pengerjaan data tugas akhir. *The one and only*, mengajarkan penulis disetiap perjuangan harus selalu total dengan versi terbaik yang dimiliki.
10. Om Rosman sekeluarga, yang memberikan dukungan dan semangat secara moril dan materil pada masa-masa krisis penulis saat membutuhkan dukungan seorang ayah, sebagai panutan dalam pendidikan, motivasi penulis untuk terus melanjutkan sekolah.
11. Tante Rostina sekeluarga yang memberikan penulis rasa hangat sebuah keluarga dalam perantauan, setiap nasihat dan motivasi yang sangat berharga

demikian kemajuan penulis sebagai anak sulung yang harus mandiri demi jalan pembuka adik-adiknya.

12. Tante Yuliana Halidin sekeluarga yang memberikan dukungan dan dorongan kepada penulis serta nasihat untuk selalu menjaga dan meningkatkan kualitas diri penulis.
13. Bapak Sampara sekeluarga yang membantu dan memberikan dorongan pada penulis untuk melanjutkan pendidikan.
14. Satriani, sahabatku yang paling berharga, selalu memberikan semangat, dukungan, dan menjadi tempat cerita penulis di setiap perjalanan, paling kompak dan dengan senang hati berusaha meluangkan waktu saat penulis membutuhkan.
15. Hikma Hirayanti, sahabat saya yang selalu menjadi pendengar yang baik, penyalur semangat terbesar penulis untuk memulai hal-hal baru, yang mengajarkan penulis untuk selalu bangkit di setiap keadaan yang tidak sesuai dengan espektasi, dan menghargai diri sendiri.
16. Maryani Syam, sebagai guru dan teman sejawat, awal mula perjalanan hijrah penulis, menjadi tempat bertanya, pengingat saat penulis lalai, memberikan semangat kepada penulis untuk mengajak orang-orang terdekat merasakan nikmatnya iman dalam tali ukhuwah, memberikan arti bahwa pertemanan adalah ikatan magnet untuk saling tarik menarik menuju Jannah-Nya.
17. Nando, sahabat penulis yang memberikan semangat dan dukungan di hari-hari kuliah penulis, rekan berbagi cerita, yang mengajarkan penulis tidak harus selalu menjadi terang dan menyilaukan, cukup dengan cahaya kecil tapi menjadi penuntun banyak orang.
18. Sahabat-sahabat SPANSA, Akbar, Dedi, Jeni, Fika, Uci, Alda, Vivi, Juwi, Kiki, dan sekali lagi Rea, yang memberikan semangat lewat sebuah kabar, penyalur energi positif yang hanya dengan memikirkan bisa membuat penulis tersenyum dan rindu untuk mengulang setiap momennya.
19. Sahabat KOCE, Lisa, Ema dan Sabda, yang berjuang bersama, teman satu atap yang memberikan dukungan dan semangat serta bantuan bahkan di saat dadakan sekalipun.

20. Sahabat D'Cancubel, Sita, Nadia, Riswanda, Iwa, Afif, teman berpetualang, yang memberikan warna di dunia perkuliahan penulis.
21. Alma dan Alya sahabat kembar yang paling comel dari awal perkuliahan, yang memberikan dukungan dan membantu penulis dalam penyelesaian tugas akhir.
22. Kak Chatib, teman kkn sekaligus senior fakultas yang memberikan dukungan, menjadi tempat bertanya penulis dan bantuan yang sangat banyak dalam penyelesaian tugas akhir.
23. Teman-teman Enviro16 yang membantu, dan mengikutsertakan penulis menjadi bagian dari kisah-kisah hebat kalian. Yang memberikan makna hidup terbaik untuk penulis, awal mula yang bukan siapa-siapa belum tentu tidak bisa menjadi apa-apa. Kalimat awal yang sangat sederhana yang akan menghantarkan penulis menuju kisah-kisah hebat lainnya.
24. Ummu-ummu terbaik dari Pomalaa yang memberikan dukungan dan nasihat. penulis mendapat banyak pelajaran bahwa dimanapun kita berada cinta kepada sang Pencipta, Rasul-Nya dan Islam akan menghubungkan setiap hati yang memiliki cinta yang sama dan menyatukannya dalam jalinan ukhuwah.
25. Rekan-rekan Relawan Pendidikan Indonesia, yang memberikan semangat dan motivasi, mengajarkan nilai bersyukur dan berbagi. Senyum anak bangsa yang wajib kita perjuangkan, kita dimampukan untuk meraih tangan mereka yang juga memiliki mimpi.
26. Pertamina Foundation memberikan beasiswa melalui kepedulian terhadap lingkungan, memberikan kontribusi pada penulis untuk melanjutkan pendidikan.
27. Dan kepada keluarga besar saya, rekan, sahabat, saudara dan berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, penulis ucapkan banyak terimakasih atas setiap bantuan dan doa yang diberikan.

Semoga amal baik dari semua pihak mendapatkan pahala yang berlipat ganda dari Tuhan Yang Maha Esa karena berkat bimbingan dan masukan dari pihak-pihak yang terkait sehingga pada proses kegiatan sampai penyusunan tugas akhir dapat diselesaikan dengan baik.



Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran membangun sangat kami diharapkan guna melengkapi segala kekurangan dan keterbatasan dalam penyusunan tugas akhir ini.

Semoga tugas akhir ini dapat berguna bagi kalangan yang membutuhkan dan memberikan manfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan dan lingkungan.

Gowa, 16 September 2020

Melin Febrina

D121 16 303

## ABSTRAK

MELIN FEBRINA, *Analisis Tingkat Kebisingan Di Area Produksi Pt. Antam, Tbk. Ubpn Sultra (Studi Kasus Pt. Antam, Tbk. Ubpn Sultra)* di bimbing oleh M. Wihardi Tjarongedan Rasdiana Zakaria.

PT. ANTAM, Tbk. UBPN Sultra yang merupakan salah satu unit bisnis PT. ANTAM, Tbk. yang berlokasi di Kecamatan Pomalaa Provinsi Sulawesi Tenggara dan bergerak dalam komoditas nikel. Dalam proses produksi memberi resiko besar yang secara langsung dan tidak langsung pada manusia sebagai pekerja dan lingkungan sekitar. Salah satu dampak signifikan yaitu kebisingan, yang merupakan bentuk resiko yang terjadi di area pabrik atau tempat-tempat industri. Penelitian ini bertujuan mengetahui tingkat kebisingan dan membandingkan dengan NAB pekerja di kawasan industri, memetakan penyebaran kebisingan pada area produksi, menganalisa tingkat ambang dengar pekerja dan mengetahui pengaruh tingkat kebisingan terhadap ambang dengar pekerja. Penelitian ini dilakukan di area produksi dengan 41 titik pengamatan di 8 lokasi kerja. Untuk sampel ambang dengar diambil 120 sampel dari 15 orang tiap lokasi berdasarkan kriteria sampel. Analisa data untuk tingkat kebisingan berdasarkan Peraturan Menteri Ketenagakerjaan RI No. 5 Tahun 2018, tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja dengan nilai baku mutu yaitu 85 dBA untuk 8 jam waktu kerja penggunaan NRR pada hasil analisa kebisingan untuk penentuan alat pelindung telinga dan waktu kerja. Pemetaan sebaran kebisingan menggunakan *surfer 18.0*. Dampak kebisingan yang ditimbulkan dikorelasikan untuk mengetahui pengaruh yang ditimbulkan pada ambang dengar pekerja menggunakan *chi square* dengan SPSS 24. Hasil penelitian menunjukkan intensitas kebisingan di area produksi PT. ANTAM, Tbk. Adalah 64 dBA- 104 dBA. Pemetaan kebisingan dengan 3 tingkatan warna yaitu hijau dengan range kebisingan 64 dBA-80 dBA, warna kuning dari tingkat antara 82 dBA-92 dBA dan yang berwarna merah pada tingkat 94 dBA-104 dBA dan pengaruh kebisingan terhadap ambang dengar didapatkan nilai *chi square test* dengan SPSS 24, pada tabel output telinga kanan dan telinga kiri diperoleh nilai tes  $< 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima..artinya ada pengaruh yang signifikan antara intensitas kebisingan dengan ambang dengar tenaga kerja di PT. ANTAM TBK UBPN SULTRA.

**Kata Kunci:** Area Produksi, Kebisingan, Ambang Dengar

## ABSTRAC

MELIN FEBRINA, *Study Of Noise Handling Plan In The Pt Antam Tbk Ubpn Sultra (Pt. Antam Tbk Ubpn Sultra Case Study)* supervised by M. Wihardi Tjarongedan Rasdiana Zakaria.

PT. ANTAM, Tbk. UBPN Southeast Sulawesi which is one of the business units of PT. ANTAM, Tbk. Which is located in Pomalaa District, Southeast Sulawesi Province and is engaged in nickel commodity. In the production process, it poses a big risk directly and indirectly to humans as workers and the environment. One of the significant impacts is noise, which is a form of risk that occurs in factory areas or industrial places. This research has the test of knowing the noise level and comparing it with the NAV of workers in industrial areas, mapping the distribution of noise in the production area, analyzing workers' hearing threshold levels and knowing the effect of noise levels on workers' hearing. This research was conducted in an area with 41 observation points in 8 work locations. For the hearing threshold sample, 120 samples were taken from 15 people per location based on the sample criteria. Data analysis for noise levels is based on the Government Regulation of the Ministry of Manpower of the Republic of Indonesia No. 5 of 2018, concerning the Health and Safety of the Work Environment with a quality standard value of 85 dBA for 8 hours of work time using NRR on the results of noise analysis for determining ear protection equipment and working time. Noise distribution mapping using surfers 18.0. The impact of noise was correlated to determine the effect on the hearing threshold of workers using chi square with SPSS 24. The results showed the intensity of noise in the production area of PT. ANTAM, Tbk. Is 54 dBA -104 dBA. Noise mapping with 3 levels of color, namely green with a noise resistance of 54 dBA -80 dBA, the yellow color from the level between 82 dBA - 92 dBA and the red one at the level of 94 dBA - 104 dBA the effect of noise on the hearing threshold obtained the chi square test value with SPSS 24, in the output table of the right ear and left ear the test value was  $<0.05$ , then  $H_0$  is rejected and  $H_a$  is accepted, meaning that there is a significant influence between the noise intensity of the labor threshold at PT. ANTAM, TBK UBPN SUTRA.

Keywords: Production Area, Noise, Hearing Threshold.

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
SAMPUL	
HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
E. Ruang Lingkup	4
F. Sistematika Penulisan	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Gelombang	6
B. Bunyi	6
C. Kebisingan	8
1. Pengertian kebisingan	8

2. Jenis-jenis Kebisingan	9
3. Faktor-faktor Toleransi Manusia Terhadap Kebisingan	10
4. Nilai Ambang Batas Kebisingan Kawasan Industri	11
5. Baku Mutu Kebisingan	12
6. Dampak Kebisingan	13
7. Pengendalian Kebisingan	15
D. Pengukur Kebisingan	17
1. Alat Pengukur Kebisingan	17
2. Metode Pengukuran Tingkat Kebisingan	18
3. Mengukur Tingkat Kebisingan	19
4. Penghitung Kebisingan	21
E. Kawasan Industri	22
F. Industri Pengolahan Nikel	23
G. Tahap Pembuatan Nikel	24
1. Penambangan Biji Nikel	24
2. Proses Produksi Feronikel	25
3. Tahap Pencetakan	28
H. Penggambaran Kontur dengan Program Surfer 18.0	29
I. Skala Pengukuran	29
J. Anatomi dan Fisilogi Alat Pendengaran	30
1. Alat Pendengaran Manusia	30
2. Mekanisme Mendengar	31
K. Ambang Dengar	32

### **BAB III METODE PENELITIAN**

A. Kerangka penelitian	36
B. Rancangan Penelitian	37
C. Waktu dan Lokasi Penelitian	37
1. Lokasi Pengukuran Kawasan Industri	37
D. Alat Pengukuran	44
E. Teknik Pengambilan Data	46

1. Data Primer	46
2. Data Sekunder	46
F. Teknik Analisis	46
1. Metode pola penyebaran tingkat kebisingan surfer 18.0	46
2. Analisis hubungan tingkat kebisingan terhadap Nilai Ambang Dengar Pekerja	47

## **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

A. Gambaran Umum	49
B. Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan	50
1. Hasil tingkat pengukuran kebisingan kawasan industri	50
a. Ore Preparation	51
b. Material Handling	53
c. Smelting	55
d. Refinery & Casting	58
e. Utility	60
f. Mechanical Maintenance Plant	62
g. Quality Control	64
h. Diesel Power Plant	66
i. Analisis Area Produksi	68
C. Karakteristik Subjek Penelitian	70
1. Umur	70
2. Riwayat Penyakit Telinga	70
3. Jenis Kebisingan	70
4. Pemakaian APD	71
5. Masa Kerja	71
D. Data Pengukuran Ambang Dengar Pekerja	72
1. Ore Preparation	72
2. Material Handling	72
3. Smelting	73
4. Refinery & Casting	74

5. Utility	75
6. Mechanical Maintenance Plant	76
7. Quality Control	77
8. Diesel Power Plant	78
E. Analisis Korelasi Umur terhadap Ambang Dengar	79
1. Uji Korelasi Umur Terhadap Ambang Dengar Telinga Kanan dengan <i>Correlation Bivariate Person</i>	79
2. Uji Korelasi Umur Terhadap Ambang Dengar Telinga Kiri dengan <i>Correlation Bivariate Person</i>	80
F. Analisis Korelasi Masa Kerja terhadap Ambang Dengar	81
1. Uji Korelasi Masa Kerja Terhadap Ambang Dengar Telinga Kanan dengan <i>Correlation Bivariate Person</i>	81
2. Uji Korelasi Masa Kerja Terhadap Ambang Dengar Telinga Kiri dengan <i>Correlation Bivariate Person</i>	82
G. Uji Pengaruh Intensitas Kebisingan Terhadap Ambang Dengar	83
1. Uji Intensitas Kebisingan Terhadap Ambang Dengar Telinga Kanan dengan Chi Square Test	84
2. Uji Intensitas Kebisingan Terhadap Ambang Dengar Telinga kiri dengan Chi Square Test	84

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

A. Kesimpulan	86
B. Saran	87

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 1 NAB Kebisingan Menurut Permenaker Nomor 5 Tahun 2018	11
Tabel 2 Baku Mutu Tingkat Kebisingan	12
Tabel 3 OSHA Permissible Exposure	13
Tabel 4 Titik pengukuran dan pengaturan waktu kerja Ore Preparation	51
Tabel 5 Titik pengukuran dan pengaturan waktu kerja Material Handling	54
Tabel 6 Titik pengukuran dan pengaturan waktu kerja area Smelting	56
Tabel 7 Titik pengukuran dan pengaturan waktu kerja area Refinery Casting	58
Tabel 8 Titik pengukuran dan pengaturan waktu kerja area Utility	60
Tabel 9 Titik pengukuran dan pengaturan waktu kerja area MMP	62
Tabel 10 Titik pengukuran dan pengaturan waktu kerja area Quality Control	64
Tabel 11. Titik pengukuran dan pengaturan waktu kerja area DPP	66
Tabel 12 Distribusi frekuensi subjek penelitian berdasarkan umur	70
Tabel 13 Distribusi frekuensi subjek penelitian berdasarkan masa kerja	71
Tabel 14 Hasil pengukuran ambang dengar tenaga kerja terpapar bising area Ore preparation	72
Tabel 15 Hasil pengukuran ambang dengar tenaga kerja terpapar bising area Transfer Material	73
Tabel 16 Hasil pengukuran ambang dengar tenaga kerja terpapar bising area Smelting	73
Tabel 17 Hasil pengukuran ambang dengar tenaga kerja terpapar bising area Refinery & Casting	74



Tabel 18 Hasil pengukuran ambang dengar tenaga kerja terpapar bising area Utility	75
Tabel 19 Hasil pengukuran ambang dengar tenaga kerja terpapar bising area Mechanical Maintenance Plant	76
Tabel 20 Hasil pengukuran ambang dengar tenaga kerja terpapar bising area Quality Control	77
Tabel 21 Hasil pengukuran ambang dengar tenaga kerja terpapar bising area Diesel Power Plant	78
Tabel 22 Output SPSS 24 <i>Correlation Bivariate Person</i> umur dengan telinga kanan	79
Tabel 23 Output SPSS 24 <i>Correlation Bivariate Person</i> umur dengan telinga kiri	80
Tabel 24 Output SPSS 24 <i>Correlation Bivariate Person</i> masa kerja dengan telinga kanan	81
Tabel 25 Output SPSS 24 <i>Correlation Bivariate Person</i> masa kerja dengan Telinga kiri	82
Tabel 26 Output SPSS 24 chi Square intensitas kebisingan dengan telinga kanan	79
Tabel 27 Output SPSS 24 chi Square intensitas kebisingan dengan telinga kiri	79

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 1 Karakteristik Respon SLM untuk Perbedaan A, B, dan C	18
Gambar 2 Kerangka Penelitian	36
Gambar 3 Lokasi area produksi PT.ANTAM TBK. UBPN SULTRA	38
Gambar 4 Sketsa area produksi PT.ANTAM TBK. UBPN SULTRA	38
Gambar 5 Sketsa lokasi ore preparation PT.ANTAM Tbk.UBPN SULTRA	39
Gambar 6 Sketsa lokasi Transfer Material PT.ANTAM Tbk.UBPN SULTRA	40
Gambar 7 Sketsa lokasi Smelting PT.ANTAM Tbk.UBPN SULTRA	40
Gambar 8 Sketsa lokasi Refinery & Casting PT.ANTAM Tbk.UBPN SULTRA	41
Gambar 9 Sketsa lokasi Oxigen Production PT.ANTAM Tbk.UBPN SULTRA	61
Gambar 10 Sketsa lokasi Mechanical Maintenance PT.ANTAM Tbk.UBPN SULTRA	42
Gambar 11 Sketsa lokasi Quality Control PT.ANTAM Tbk.UBPN SULTRA	43
Gambar 12 Sketsa lokasi DPP PT.ANTAM Tbk.UBPN SULTRA	43
Gambar 13 Alat Pengukuran	45
Gambar 14 Diagram Alir Metode Sebaran Kebisingan	47
Gambar 15 Diagram Alir Metode Analisis Hubungan Tingkat Kebisingan Dan Nilai Ambang Dengar Pekerja	48
Gambar 16 Histogram Tingkat Kebisingan (LAeq,Day) Kawasan Industri PT. ANTAM TBK UBPN SULTRA bagian	

Ore Preparation	51
Gambar 17 Pemetaan Bising bagian Ore Preparation	52
Gambar 18 Histogram Tingkat Kebisingan (LAeq,Day) Kawasan Industri PT. ANTAM TBK UBPN SULTRA bagian Transfer Material	53
Gambar 19 Pemetaan Bising bagian Transfer Material	54
Gambar 20 Histogram Tingkat Kebisingan (LAeq,Day) Kawasan Industri PT. ANTAM TBK UBPN SULTRA bagian Smelting	55
Gambar 21 Pemetaan Bising bagian Smelting	57
Gambar 22 Histogram Tingkat Kebisingan (LAeq,Day) Kawasan Industri PT. ANTAM TBK UBPN SULTRA bagian Refinery & Casting	58
Gambar 23 Pemetaan Bising bagian Refinery & Casting	59
Gambar 24 Histogram Tingkat Kebisingan (LAeq,Day) Kawasan Industri PT. ANTAM TBK UBPN SULTRA bagian Utility	60
Gambar 25 Pemetaan Bising bagian Utility	61
Gambar 26 Histogram Tingkat Kebisingan (LAeq,Day) Kawasan Industri PT. ANTAM TBK UBPN SULTRA bagian Mechanical Maintenance Plant	62
Gambar 27 Pemetaan Bising bagian Mechanical Maintenance Plant	63
Gambar 28 Histogram Tingkat Kebisingan (LAeq,Day) Kawasan Industri PT. ANTAM TBK UBPN SULTRA bagian Quality Control	64
Gambar 29 Pemetaan Bising bagian Quality Control	65
Gambar 30 Histogram Tingkat Kebisingan (LAeq,Day) Kawasan Industri PT. ANTAM TBK UBPN SULTRA bagian	

Diesel Power Plant	66
Gambar 31 Pemetaan Bising bagian Diesel Power Plant	67
Gambar 32 Histogram Area Produksi	68
Gambar 33 Pemetaan Bising area produksi	69

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1 Surat Izin Pengambilan data
- Lampiran 2 Data Pengukuran
- Lampiran 3 Dokumentasi Kegiatan
- Lampiran 4 Sketsa Lokasi Pengukuran
- Lampiran 5 Tabel

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Sektor pertambangan merupakan salah satu sektor yang memegang peranan penting dalam menunjang pembangunan nasional. Indonesia mempunyai potensi berbagai jenis bahan tambang, baik logam, non logam, batuan bahan konstruksi dan industri, batu bara, panas bumi maupun minyak dan gas bumi yang cukup melimpah. Salah satu industri pertambangan di Indonesia berstatus BUMN adalah PT. ANTAM, Tbk. UBPN Sultra yang merupakan salah satu unit bisnis PT. ANTAM, Tbk. yang berlokasi di Kecamatan Pomalaa Provinsi Sulawesi Tenggara dan bergerak dalam komoditas nikel. Wilayah Izin Usaha Pertambangan (IUP) Operasi Produksi (OP) PT. ANTAM, Tbk. UBPN Sultra terbagi atas empat wilayah penambangan, yaitu Wilayah Tambang Utara, Wilayah Tambang Tengah, Wilayah Tambang Selatan dan Wilayah Tambang Pulau Maniang. Dalam proses produksi memberi resiko besar yang secara langsung dan tidak langsung pada manusia sebagai pekerja dan lingkungan sekitar.

Salah satu dampak signifikan yaitu kebisingan, yang merupakan bentuk resiko yang terjadi di area pabrik atau tempat-tempat industri. Sebagaimana menurut keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 kebisingan yaitu bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan.

Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. 51 Tahun 1999 mengenai kegiatan di lingkungan kerja menyebutkan bahwa kebisingan bersumber dari alat-alat proses produksi atau alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat merusak pendengaran. Adanya kebisingan biasanya juga diikuti dengan adanya getaran yang merupakan gerakan bolak-balik suatu massa melalui keadaan setimbang terhadap suatu titik acuan (Kep. MENLH No. Kep-49/MENLH/11/1996).

Menurut Suma'mur (1996) kebisingan merupakan salah satu faktor bahaya fisik yang sering dijumpai di lingkungan kerja. Kebisingan tidak dapat dipisahkan dari perkembangan industrilisasi karena hampir semua proses produksi di industri akan menimbulkan kebisingan. Resiko yang timbul akibat kebisingan dengan tingkat tekanan bunyi diatas nilai ambang batas pendengaran adalah dapat merusak pendengaran atau gangguan pendengaran. Kebisingan juga dapat menyebabkan gangguan yang berpotensi mempengaruhi kenyamanan dan kesehatan terutama berasal dari kegiatan operasional peralatan pabrik, sedangkan operator (karyawan yang mengoperasikan peralatan pabrik) merupakan komponen lingkungan yang terkena pengaruh yang diakibatkan adanya peningkatan kebisingan (Sasongko dkk, 2000).

Peraturan Menteri Ketenagakerjaan RI No. 5 Tahun 2018, tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja ditetapkan sebesar kurang dari 85 dBA. Nilai ambang batas kebisingan di tempat kerja adalah intensitas tertinggi dan merupakan nilai rata – rata yang masih dapat di terima tenaga kerja tanpa mengakibatkan hilangnya daya dengar yang tetap, untuk waktu kerja secara terus menerus tidak lebih dari 8 jam sehari dan 40 jam seminggu.

Berdasarkan pemantauan kebisingan yang dilakukan di area PT. ANTAM, Tbk. UBPN Sultra, diperoleh bahwa tingkat kebisingan berkisar antara 71,6 dBA– 104,2 dBA. Nilai ini berada di atas nilai ambang batas (NAB) Kep-51/MEN/1999 dan SNI No. 16-7063- 2004. Pada studi ini akan dilakukan analisis kebisingan terutama untuk area produksi. Mesin-mesin yang menimbulkan kebisingan pada sektor industri yang sudah berada di atas NAB haruslah memiliki pengendalian agar tidak berdampak pada lingkungan hidup dan manusia. Maka penulis tertarik mengadakan penelitian sebagai Tugas Akhir dengan judul : **"Analisis tingkat Kebisingan di Area PT. ANTAM, Tbk. UBPN Sultra"**.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang diatas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Berapa besar tingkat kebisingan di area produksi PT. ANTAM, Tbk. UBPN Sultra ?
2. Bagaimana pemetaan penyebaran tingkat kebisingan di area produksi PT. ANTAM, Tbk. UBPN Sultra?
3. Berapa ambang dengar pekerja pada area produksi PT. ANTAM, Tbk. UBPN Sultra?
4. Bagaimana pengaruh tingkat kebisingan terhadap ambang dengar pekerja pada area produksi PT. ANTAM, Tbk. UBPN Sultra?

### **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan Rumusan Masalah diatas, maka dapat dirumuskan beberapa tujuan sebagai berikut:

1. menganalisis tingkat bahaya kebisingan di area produksi PT. ANTAM, Tbk. UBPN Sultra dan membandingkan dengan baku mutu kebisingan.
2. Membuat pemetaan pola penyebaran kebisingan di area produksi PT. ANTAM, Tbk. UBPN Sultra.
3. Menganalisa ambang dengar pekerja pada area produksi PT. ANTAM, Tbk. UBPN Sultra.
4. Mengetahui pengaruh tingkat kebisingan terhadap ambang dengar pekerja pada area produksi PT. ANTAM, Tbk. UBPN Sultra.

### **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat Akademik

Penelitian ini membahas mengenai kebisingan akibat aktivitas-aktivitas alat berat di area produksi PT. ANTAM, Tbk. UBPN Sultra sebagai salah satu penunjang untuk menyelesaikan tugas akhir, sehingga melalui penelitian ini diharapkan penulis dan semua pihak yang berkepentingan dapat lebih memahaminya.

2. Manfaat bagi Departemen Teknik Lingkungan



Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya dalam bidang riset kebisingan, khususnya dalam memperhatikan dampak kebisingan di kawasan perindustrian.

### 3. Manfaat bagi Instansi

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi perusahaan atau instansi tempat penelitian ini dilakukan yakni PT. ANTAM, Tbk. UBPN Sultra mengenai kebisingan yang terjadi di kawasan industri. Dari hasil penelitian ini juga diharapkan adanya peningkatan upaya pengendalian kebisingan dan melakukan perbaikan pada sistem operasional maupun manajemen.

### 4. Bagi masyarakat.

Memberikan pengetahuan bagi masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan industri mengenai tingkat kebisingan dan cara mengatasi hasil dari aktivitas-aktivitas yang dihasilkan di sekitar kawasan industri.

## **E. Ruang Lingkup**

Agar penelitian dapat berjalan efektif dan mencapai sasaran, maka ruang lingkup penelitian ini mencakup sebagai berikut :

### 1. Ruang Lingkup Subtansi

Tugas akhir ini membahas masalah kebisingan di area produksi PT. ANTAM, Tbk. UBPN Sultra menggunakan alat SLM (Sound Level Meter) di satuan kerja *Ore Preparation, Refinery and Casting, Transfer Materials, Quality Control, Oxygen Production, Diesel Power Plant, Mechanical Maintenance Plant, Smelting*. Penelitian ini dilakukan tanggal 10-30 Januari 2020 dengan waktu pengukuran 10 menit di tiap titik yang dimulai pukul 08.00-12.00 Wita.

### 2. Ruang Lingkup Wilayah

Wilayah yang menjadi objek penelitian adalah kawasan industri yang berada di PT. ANTAM, Tbk. UBPN Sultra. Kawasan yang dimaksud adalah area produksi terdiri dari 8 satuan kerja, sebanyak 41 titik pengukuran.

## **F. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini dibuat sebagai berikut:

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini menguraikan landasan dan identifikasi masalah sehingga dilaksanakannya penelitian ini. Bab ini berisi latar belakang masalah, identifikasi masalah, tujuan penelitian yang ingin dicapai, batasan masalah untuk mempersempit ruang lingkup, manfaat penelitian yang diharapkan, serta sistematika penulisan laporan secara sistematis yang digunakan dalam Tugas Akhir ini.

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas mengenai teori- teori dan informasi – informasi pendukung dari buku- buku literatur, jurnal, dan berbagai sumber lain sesuai dengan tujuan penelitian yang digunakan sebagai dasar pembahasan.

### **BAB III: METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi bagan alir metode penelitian, jenis penelitian, waktu dan tempat penelitian, teknik pengumpulan data, metode penyajian dan analisis data, serta gambaran umum lokasi penelitian

### **BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menjelaskan hasil penelitian, perhitungan, evaluasi serta analisis mengenai permasalahan yang diangkat.

### **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil analisis yang telah disajikan pada bab sebelumnya disertai saran-saran bagi penelitian ini.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Gelombang**

Gelombang merupakan rambatan energi getaran yang merambat melalui medium atau tanpa melalui medium (Halliday, 2010). Berdasarkan mediumnya gelombang dibedakan menjadi dua yaitu gelombang mekanik dan elektromagnetik. Gelombang mekanik adalah gelombang yang arah rambatannya memerlukan medium perantara sedangkan gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang arah rambatannya tanpa menggunakan medium. Berdasarkan rambatannya gelombang dibagi menjadi dua yaitu gelombang transversal dan longitudinal. Gelombang transversal merupakan gelombang yang rambatan sejajar dengan getaran dan mediumnya sedangkan gelombang longitudinal adalah gelombang yang rambatannya sejajar dengan getaran dan mediumnya (Bambang, 2008). Resonansi merupakan fenomena yang terjadi apabila sebuah sistem beresilasi dipengaruhi oleh sederet pulsa periodik yang sama atau hampir sama dengan salah satu frekuensi alami dari osilasi sistem. Sistem tersebut akan beresilasi dengan amplitudo yang relatif besar atau amplitudo maksimal (Sugiyanto, 2011).

#### **B. Bunyi**

Bunyi merupakan gelombang mekanik jenis longitudinal yang merambat dan sumbernya berupa benda yang bergetar. Bunyi bisa didengar sebab getaran benda sebagai sumber bunyi menggetarkan udara di sekitar dan melalui medium udara bunyi merambat sampai ke gendang telinga, sebenarnya merupakan variasi tekanan udara secara periodik di sepanjang lintasan perambatannya. Tekanan udara periodik inilah yang menggetarkan selaput gendang telinga. Bunyi yang dapat didengar manusia berada pada kawasan frekuensi pendengaran, yaitu antara 20 Hz sampai dengan 20 kHz. frekuensi lebih rendah dari 20 Hz disebut infrasonic dan yang lebih tinggi dari 20.000 Hz disebut ultrasonic. Bunyi terjadi karena adanya

perubahan tekanan udara di sekitar sumber bunyi. Perubahan tekanan ini berupa rapatan dan renggangan partikel udara di sekitar sumber bunyi. (Wibowo,2015)

Bunyi bisa didengar sebab getaran benda sebagai sumber bunyi menggetarkan udara di sekitar dan melalui medium udara bunyi merambat sampai ke gendang telinga, sebenarnya merupakan variasi tekanan udara secara periodik di sepanjang lintasan perambatannya. Tekanan udara periodik inilah yang mnggetarkan selaput gendang telinga. Gelombang audiosonik merupakan salah satu gelombang bunyi yang mudah dibuat dibandingkan dengan gelombang ultrasonik dan gelombang infrasonik (Iskandar, 2015).

Bunyi adalah energi yang disebarkan dari suatu sumber dalam gelombang longitudinal yang bergerak pada kecepatan sekitar 340 m/detik melalui udara pada ketinggian muka laut. Gelombang bunyi menimbulkan osilasi (getaran) gendang telinga, yang sensitivitasnya bervariasi dengan umur, jenis kelamin, dan frekuensi. Bunyi maksimumnya pada ambang nyeri adalah sekitar 100 dB (Morlok dalam Susanti,1995).

Sumber bunyi Di lingkungan kerja, jenis dan jumlah sumber suara sangat beragam. Beberapa diantaranya adalah :

- a. Bunyi mesin Jenis mesin penghasil suara di tempat kerja sangat bervariasi, demikian pula karakteristik suara yang dihasilkan. Contohnya adalah mesin pembangkit tenaga listrik, mesin diesel, dan sebagainya. Di tempat kerja, mesin pembangkit tenaga listrik umumnya menjadi sumber-sumber kebisingan berfrekuensi rendah adalah < 400 Hz.
- b. Benturan antara alat kerja dan benda kerja Proses menggerinda permukaan metal dan umumnya pekerjaan penghalusan permukaan benda kerja, penyemprotan, pengupasan cat (sand blasting), pengelingan (riveting), memalu (hammering), dan pemotongan seperti proses penggergajian kayu dan metal cutting, merupakan sebagian contoh bentuk benturan antara alat kerja dan benda kerja (material-material solid, liquaid, atau kombinasi antara keduanya) yang

menimbulkan kebisingan. Penggunaan gergaji bundar (circular blades) dapat menimbulkan tingkat kebisingan antara 80 dB – 120 dB.

- c. Aliran material Aliran gas, air atau material-material cair dalam pipa distribusi material di tempat kerja, apalagi yang berkaitan dengan proses penambahan tekanan (high pressure processes) dan pencampuran, sedikit banyak akan menimbulkan kebisingan di tempat kerja. Demikian pula pada proses-proses transportasi material-material padat seperti batu, kerikil, potongan-potongan metal yang melalui proses pencurahan (gravity based).
- d. Manusia Dibandingkan dari sumber suara lainnya, tingkat kebisingan suara manusia memang tetap diperhitungkan sebagai sumber suara di tempat kerja.

## **C. Kebisingan**

### **1. Pengertian Kebisingan**

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup nomor 48 tahun 1996 menyatakan, “kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan”. Tingkat kebisingan adalah ukuran energi bunyi yang dinyatakan dalam satuan desibel disingkat dB dan kebisingan memiliki baku tingkat kebisingan dimana adalah batas maksimal tingkat kebisingan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Menurut Keputusan Menteri tenaga Kerja No. 51 Tahun 1999, “kebisingan yaitu semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan atau alat-alat kerjapada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran”.

Niosh (1973) dalam Rangga Adi (2009) menyatakan, pada umumnya kebisingan yang terjadi di pabrik memiliki kualitas dan kuantitas tertentu, biasanya irama gelombang bunyi yang dihasilkan bersifat tetap ataupun periodik. Sehingga dapat dikatakan bising yang terjadi dilingkungan kerja khususnya pabrik

atau industri ialah kumpulan bunyi yang didasarkan atas gelombang-gelombang akustik dengan berbagai macam frekuensi serta intensitasnya. Tingkat tekanan suara tidak menunjukkan respon manusia terhadap kebisingan, karena tingkat terganggunya manusia karena kebisingan berbeda-beda sesuai dengan frekuensi atau lengkingan suara dan intensitasnya, dimana frekuensi yang lebih tinggi akan lebih mengganggu jika dibandingkan dengan frekuensi yang lebih rendah (Morlok dalam Susanti, 2014).

## 2. Jenis-jenis Kebisingan

Jenis-jenis kebisingan berdasarkan sifat dan spektrum bunyi dapat dibagi sebagai berikut (Arlan, 2011):

### 1) Bising yang Berkelanjutan (Kontinyu)

Dimana kebisingan ini tidak terputus dengan fluktuasi tidak melebihi 6 dBA. Bising kontinyu dibagi menjadi 2 (dua) yaitu:

a. *Wide Spectrum* adalah bising dengan spektrum frekuensi yang luas. Bising ini relatif tetap dalam batas kurang dari 5 dBA untuk periode 0,5 detik berturut-turut. Contohnya seperti suara kipas angin, suara mesin tenun dan lainnya.

b. *Narrow Spectrum* adalah bising yang relatif tetap dengan memiliki frekuensi tertentu (frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, 4000 Hz) misalnya pada gergaji sirkuler dan katub gas.

### 2) Bising Terputus-putus (*Intermittent noise*)

Kebisingan yang tidak terjadi secara terus menerus melainkan terdapat periode tenangnya. Contoh yaitu kebisingan akibat aktivitas lalu lintas kendaraan bermotor, kapal terbang dan kereta api.

### 3) Kebisingan Impulsif

Kebisingan jenis ini memiliki perubahan intensitas kebisingan melebihi 40 dBA dalam waktu yang sangat cepat dan cenderung tidak tertebak. Biasanya mengakibatkan efek kejutan bagi pendengarnya. Seperti ledakan mercon dan meriam.

### 4) Bising Impulsif Berulang

Hampir sama dengan kebisingan impulsif, tetapi kejadiannya terjadi secara berulang kali. Sebagai contoh kebisingan yang diakibatkan oleh mesin tempa.

Berdasarkan pengaruhnya terhadap manusia, kebisingan dibagi atas (Buchari, 2007) :

- A. Kebisingan yang mengganggu (*Irritating noise*). Intensitas kebisingan ini tidak terlalu keras tetapi terasa cukup mengganggu kenyamanan manusia, misalnya mendengkur.
- B. Kebisingan yang menutupi (*Masking noise*). Kebisingan ini menutupi pendengaran yang jelas. Secara tidak langsung bunyi ini akan mempengaruhi kesehatan dan keselamatan pekerja, karena teriakan isyarat atau tanda bahaya tenggelam dalam kebisingan dari sumber lain.
- C. Bising yang merusak (*Damaging / injurious noise*). Kebisingan ini memiliki intensitas bunyi yang melampaui ambang batas normal dan menurunkan fungsi pendengaran serta merusak pendengaran.

Bising yang sangat keras, di atas 85 dB, dapat menyebabkan kemunduran yang serius pada kondisi kesehatan seseorang pada umumnya, dan bila berlangsung lama kehilangan pendengaran sementara atau permanen dapat terjadi. Bising berlebihan dan berkepanjangan terlihat dalam masalah-masalah kelainan seperti penyakit jantung, dan tekanan darah tinggi (Ajeng, 2013).

### **3. Faktor-faktor Toleransi Manusia Terhadap Kebisingan**

Menurut Moeljosoedarmo (2008), suatu kebisingan dikatakan mengganggu (*annoying*), bila pemajanan terhadapnya menyebabkan orang tersebut mengurangi, menolak bising tersebut atau meninggalkan tempat yang bising bila mungkin. Faktor-faktor yang mempengaruhi besar-kecilnya *annoyance* ini :

- 1) Faktor penyerap utama (Primary acoustic factor)
  - a. Tingkat intensitas suara (bising)
  - b. Frekuensi
  - c. Waktu
- 2) Faktor penyerap kedua (Secondary acoustic factor)

- a. *Spectral complexity*
  - b. Fluktuasi tingkat intensitas suara (bising)
  - c. *Rise time* dari bising
  - d. Lokalisasi dari sumber bising
- 3) Faktor bukan penyerap (*Non acoustic factor*)
- a. *Physiologi*
  - b. Adaptasi dan pengalaman
  - c. Aktivitas
  - d. *Predictability* dari suara
  - e. Apakah bising itu penting baginya

#### 4. Nilai Ambang Batas Kebisingan Kawasan Industri

Terdapat Nilai Ambang Batas (NAB) yang menjadi acuan pengendalian kebisingan agar tidak menyebabkan risiko gangguan pendengaran. Sesuai dengan Permenaker Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja, NAB adalah kadar atau intensitas rata-rata yang masih bisa ditahan atau diterima tenaga kerja tanpa mengakibatkan gangguan kesehatan, tidak melebihi 8 jam sehari atau 40 jam seminggu.

**Tabel 1.** NAB Kebisingan Menurut Permenaker Nomor 5 Tahun 2018

Waktu Pamajanan per hari		Intensitas kebisingan (dB A)
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
0,22		136
0,11	139	

Sumber : Peraturan Menteri Ketenagakerjaan RI No. 5 Tahun 2018



## 5. Baku Mutu Tingkat Kebisingan

Baku mutu kebisingan adalah batas maksimal tingkat kebisingan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (Kep.Men LH No.48 tahun 1996). Tingkat intensitas kebisingan diukur dan dinyatakan dalam satuan *Decibel* (dBA). *Decibel* adalah ukuran energi bunyi atau kuantitas yang dipergunakan sebagai unit-unit tingkat tekanan suara berbobot A. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP-48/MENLH/11/1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan yang berkaitan dengan permasalahan peruntukan lahan dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

**Tabel 2.** Baku Mutu Tingkat Kebisingan

<i>Peruntukan Kawasan/ lingkungan kesehatan</i>	<i>Tingkat kebisingan (dB A)</i>
1. <i>Peruntukan kawasan</i>	
a. <i>Perumahan dan pemukiman</i>	55
b. <i>Perdagangan dan jasa</i>	70
c. <i>Perkantoran dan perdagangan</i>	65
d. <i>Ruang terbuka hijau</i>	50
e. <i>Industri</i>	70
f. <i>Pemerintahan dan fasilitas umum</i>	60
g. <i>Rekreasi</i>	70
2. <i>Lingkup kegiatan</i>	
a. <i>Rumah sakit atau sejenisnya</i>	55
b. <i>Sekolah atau sejenisnya</i>	55
c. <i>Tempat ibadah atau sejenisnya</i>	55

Sumber: KepMen LH No. 48 Tahun 1996

Menurut *Occupational Safety and health Administration Organisasi*(OSHA, 1978) sebagai standar tingkat kebisingan untuk pekerja, tingkat maksimum yang diijinkan yaitu :

**Tabel 3. OSHA Permissible Exposure**

<i>Level DBA</i>	<i>Permissible Exposure (Hour)</i>
90	8
92	6
95	4
97	3
100	2
102	1,5
105	1
110	0,5
115	0,25 or less

*Sumber : OSHA, 1978*

## **6. Dampak Kebisingan**

Menurut Moeljosoedarmo (2008) kebisingan dapat menyebabkan berbagai pengaruh terhadap tenaga kerja, seperti :

- 1) Pengaruh fisiologi Pada umumnya kebisingan bernada tinggi sangat mengganggu, lebih-lebih yang terputus-putus atau yang datangnya secara tiba-tiba (mendadak) dan tidak terduga dapat menimbulkan reaksi fisiologis, diantaranya :
  - a. Peningkatan tekanan darah ( $\pm 10$  mmHg)
  - b. Peningkatan denyut nadi
  - c. Basal metabolisme
  - d. Gangguan tidur
  - e. Konstriksi pembuluh darah kecil terutama pada kaki dan tangan
  - f. Menyebabkan pucat dan gangguan sensoris
  - g. Gangguan reflex
  - h. Ambang pendengaran

Ambang pendengaran adalah suara terendah yang masih dapat didengar. Makin rendah tingkat suara yang terlepas dapat didengar berarti makin dengan Nilai Ambang Pendengaran (NAP). Hal ini berarti

semakin baik pula telinganya. Kebisingan dapat mempengaruhi Ambang Pendengaran, pengaruh ini bersifat sementara (fisiologis) ataupun bersifat menetap (patologis).

2) Pengaruh psikologi

Kebisingan dapat mempengaruhi stabilitas mental dan reaksi psikologis, menimbulkan rasa khawatir, jengkel dan lain-lain.

3) Annoyance

Suatu kebisingan dikatakan mengganggu (annoying), bila pemajanan terhadapnya menyebabkan orang tersebut mengurangi, menolak bising tersebut atau meninggalkan tempat yang bising bila mungkin.

4) Gangguan komunikasi

Gangguan komunikasi secara tidak langsung akan mengakibatkan bahaya terhadap keselamatan dan kesehatan tenaga kerja, karena tidak mendengar teriakan atau isyarat tanda bahaya, disamping itu dapat menurunkan mutu pekerjaan dan produktivitas kerja.

5) Performance kerja

Pengaruh kebisingan pada penampilan kerja merupakan hal yang dipertimbangkan oleh para ahli.

6) Ketulian

Ketulian adalah pengaruh yang paling serius diantara sekian banyak gangguan (pengaruh) yang ditimbulkan oleh kebisingan. Ada dua jenis ketulian, yaitu :

a. Ketulian sementara (Temporary Threshold Shift)

Akibat pemajanan terhadap bising dengan intensitas tinggi, tenaga kerja akan mengalami penurunan daya dengar yang sifatnya sementara. Apabila kepada tenaga kerja diberikan waktu istirahat secara cukup, daya dengarnya akan pulih kembali kepada ambang dengar semula.

b. Ketulian menetap (Permanent Threshold Shift)

Ketulian menetap terjadi karena pemajanan terhadap intensitas bising yang tinggi dalam jangka waktu yang lama. Ketulian menetap terjadi akibat dari proses pemulihan yang tidak sempurna, yang kemudian

sudah kontak dengan intensitas suara yang tinggi, maka akan terjadi pengaruh kumulatif yang pada suatu saat tidak terjadi pemulihan sama sekali.

## **7. Pengendalian Kebisingan**

Menurut Riski (2017), hygiene industry dan kesehatan kerja dapat menciptakan tenaga kerja yang sehat dan produktif. Oleh karena terdapat korelasi diantara derajat kesehatan yang tinggi dengan produktivitas kerja atau perusahaan. Pekerjaan harus dilakukan dengan cara dan dalam lingkungan kerja yang memenuhi syarat-syarat kesehatan. Ruang lingkup kegiatan atau aktivitas hygiene industry mencakup kegiatan mengantisipasi, mengenal, mengevaluasi dan mengendalikan. Urutan langkah atau metode dalam implementasi hygiene industry tidak bisa dibolak-balik dan merupakan suatu siklus yang tidak berakhir (selama aktifitas industri berjalan). Ruang lingkup hygiene industry terdiri dari :

### **1) Antisipasi**

Merupakan kegiatan untuk memproduksi kompetensi bahaya dan resiko di tempat kerja. Tahap awal dalam melakukan atau menerapkan hygiene industry.

### **2) Rekognisi**

Rekognisi merupakan serangkaian kegiatan untuk mengenali suatu bahaya lebih spesifik dan komperensif dengan menggunakan suatu metode yang sistematis sehingga dihasilkan suatu hasil yang objektif dan bisa dipertanggungjawabkan.

### **3) Evaluasi**

Pada tahap penelitian/evaluasi dilakukan pengukuran pengambilan sampel dan analisis di laboratorium. Melalui penilaian lingkungan dapat ditentukan kondisi lingkungan kerja secara kuantitatif dan terinci, serta membandingkan hasil pengukuran dan standar yang berlaku, sehingga dapat ditentukan perlu atau tidaknya teknologi pengendalian, ada atau

tidaknya korelasi kasus kecelakaan dan penyakit akibat kerja dengan lingkungannya, serta sekaligus merupakan dokumen data di tempat kerja.

- 4) Pengontrolan Ada 6 tingkatan pengontrolan dan dapat dilakukan :
  - a. Eliminasi  
Merupakan upaya menghilangkan bahaya dari sumbernya serta menghentikan semua kegiatan pekerja di daerah yang berpotensi bahaya.
  - b. Substitusi  
Pengendalian bahaya melalui perubahan peralatan produksi dan bahan baku yang lebih aman untuk menghilangkan potensi bahaya.
  - c. Isolasi  
Menempatkan pekerja ke tempat lain atau jauh dari lokasi kebisingan untuk menghilangkan potensi bahaya.
  - d. Engineering control  
Melakukan modifikasi lingkungan kerja (selain pekerja) untuk menghilangkan potensi kebisingan.
  - e. Administrasi kontrol  
Pengaturan schedule kerja atau meminimalkan kontak pekerja dengan sumber bahaya.
  - f. Alat Pelindung Diri (APD)  
Merupakan langkah terakhir hirarki pengendalian. Jenis-jenis alat pelindung diri diklasifikasikan berdasarkan target organ tubuh yang berpotensi bahaya.

## **D. Pengukuran Kebisingan**

### **1. Alat Pengukur Kebisingan**

Alat-alat untuk mengukur tingkat kebisingan adalah (Feidihal, 2007):

- 1) *Sound level meter*. Alat ini dapat mengukur kebisingan antara 30-130 dB(A) dan frekuensi 20-20.000 Hz. Alat ini terdiri dari mikropon, alat penunjuk elektronik, amplifier, dan terdapat tiga skala pengukuran, yaitu:
  - a. Skala A

Untuk memperlihatkan kepekaan yang terbesar pada frekuensi rendah dan tinggi yang menyerupai reaksi untuk intensitas rendah.

b. Skala B

Untuk memperlihatkan kepekaan telinga terhadap bunyi dengan intensitas sedang.

c. Skala C

Untuk bunyi dengan intensitas tinggi. Alat ini dilengkapi dengan *Oktave Band Analyzer*.

2) *Oktave band analyzer*

Alat ini untuk mengukur analisa frekuensi dari suatu kebisingan yang dilengkapi dengan filter-filter menurut *Oktave*.

3) *Narrow band analyzer*

Alat ini dapat mengukur analisa frekuensi yang lebih lanjut atau disebut juga analisa spektrum singkat.

4) *Tape recorder* kualitas tinggi

Untuk mengukur kebisingan yang terputus-putus, bunyi yang diukur direkam dan dibawa ke laboratorium untuk dianalisa. Alat ini mampu mencatat frekuensi 20 Hz-20 KHz.

5) *Impact noise analyzer*

Alat ini dipakai untuk kebisingan implusif.

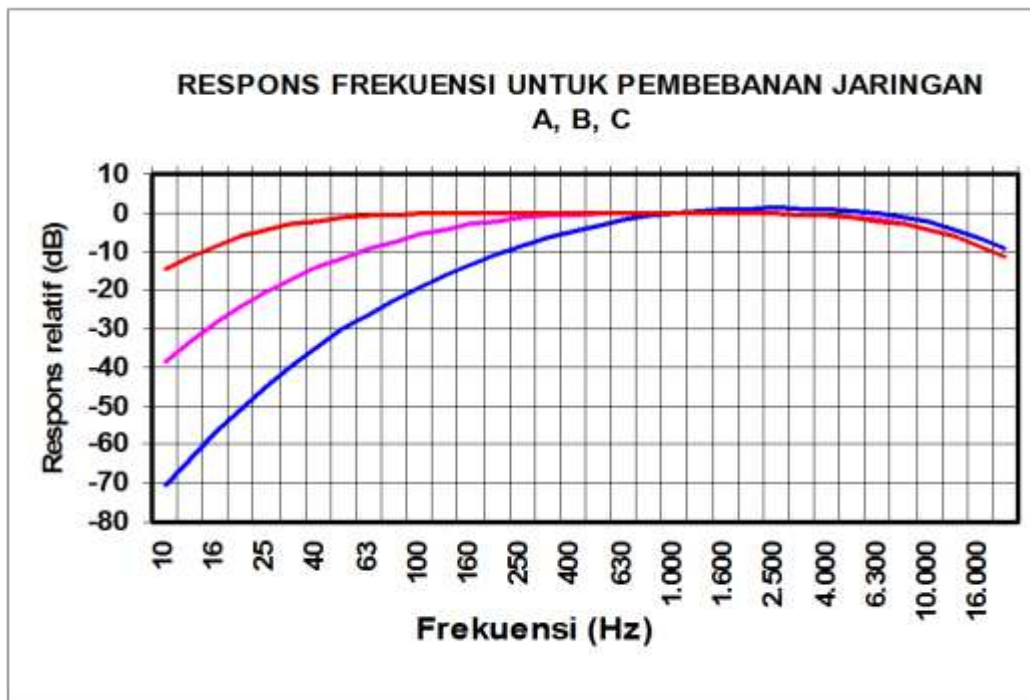
6) *Noise logging dosimeter*

Alat ini untuk menganalisa kebisingan dalam waktu 24 jam dan dianalisa dengan menggunakan komputer sehingga didapatkan grafik tingkat kebisingan.

## 2. Satuan decibel (dB)

Desibel (dB) merupakan suatu satuan yang digunakan untuk menyatakan intensitas bunyi dalam kehidupan sehari-hari (Basuki, 1986). Skala desibel terdiri atas tiga jenis, yaitu desibel A (dBA), desibel B (dBB) dan desibel C (dBC). Macam-macam desibel ini pada dasarnya mengacu pada frekwensinya. Kebanyakan penilaian tingkat kebisingan dinyatakan dalam dBA (Harris, 1991). Pengukuran kebisingan dengan sound level meter dalam skala A menghasilkan

pengukuran yang cukup bagus walaupun tidak terlalu murni bagi pendengar. Skala A sering digunakan untuk menunjukkan kerugian bahwa telinga kita tidaklah sensitif terhadap semua frekwensi bunyi (Harris, 1991). Tingkat bunyi beban A dinyatakan dengan dBA yang merupakan tingkat tekanan bunyi yang sesuai dengan respon subyektif manusia dewasa. Sebuah sound level meter pada umumnya akan mempunyai mode respon lambat dan cepat yang mengidentifikasi besarnya sensitivitas terhadap besarnya fluktuasi dan nilai puncak dari suatu tekanan suara. (Handy, 2018) Perbedaan antara dBA, dBB dan dBC dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 1.**Karakteristik Respon SLM untuk Perbedaan A, B, dan C

### 3. Metode Pengukuran Tingkat Kebisingan

Pengukuran kebisingan lingkungan berfungsi untuk mengetahui seberapa besar tingkat kebisingan di suatu area. Alat yang dapat digunakan ialah SPL (Sound Pressure Level). Berikut adalah metode untuk pengukuran kebisingan lingkungan (Fadilah, 2016) :

- 1) Pengukuran dengan titik sampling

Pengukuran ini dilakukan hanya pada beberapa lokasi saja, pengukuran ini juga dapat dilakukan untuk mengevaluasi kebisingan dari suatu peralatan

sederhana, misalnya kompresor/generator. Hal yang harus diperhatikan dalam pengukuran yaitu arah mikrofon dan letaknya yang harus dicantumkan.

2) Pengukuran dengan peta kontur

Pengukuran dengan peta kontur dapat menentukan gambar tentang kebisingan dalam cakupan sebuah area. Gambar yang dibuat untuk pengukuran ini yaitu gambar isopleth adalah garis yang menunjukkan angka kuantitas yang bersamaan. Gambar yang dibuat memiliki kode warna untuk mengetahui keadaan kebisingan yang terjadi.

3) Pengukuran dengan Grid

Untuk pengukuran ini, awalnya harus membuat contoh data kebisingan terlebih dahulu pada lokasi yang diinginkan. Pengambilan titik sampling dilokasi semua harus memiliki jarak interval yang sama. Jadi dalam pengukuran lokasi dibagi menjadi beberapa kotak yang berukuran dan jarak yang sama, misalnya : 10 x 10 m. kotak tersebut ditandai dengan baris dan kolom untuk memudahkan identitas.

Metode pengukuran tingkat kebisingan menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP-48/MENLH/11/1996 adalah sebagai berikut :

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 *Integrating Sound Level Meter* yang memiliki fasilitas pengukuran  $L_{TM5}$ , yaitu *Leq* dengan intensitas pengukuran selama 10 menit pembacaan setiap 5 detik

#### 4. Mengukur Tingkat Kebisingan



Pengukuran intensitas kebisingan menggunakan alat Sound Level Meter (SLM). Prosedur pengukuran mengacu pada SNI 7231-2009 cara metode pengukuran intensitas kebisingan di tempat kerja. Langkah persiapan dilakukan sebelum alat mulai digunakan yaitu :

- a. Hidupkan alat ukur intensitas kebisingan.
- b. Periksa kondisi baterai, pastikan bahwa keadaan power dalam kondisi baik. Pastikan skala pembobotan.
- c. Sesuaikan pembobotan waktu respon alat ukur dengan karakteristik sumber bunyi yang diukur (S untuk sumber bunyi relatif konstan atau F untuk sumber bunyi kejut). Posisikan mikropon alat ukur setinggi posisi telinga manusia yang ada di tempat kerja. Hindari terjadinya refleksi bunyi dari tubuh atau penghalang sumber bunyi.
- d. Arahkan mikropon alat ukur dengan sumber bunyi sesuai dengan karakteristik mikropon (mikropon tegak lurus dengan sumber bunyi, 70o – 80o dari sumber bunyi).
- e. Pilih tingkat tekanan bunyi (SPL) atau tingkat tekanan bunyi sinambung setara (Leq) Sesuaikan dengan tujuan pengukuran.
- f. Catatlah hasil pengukuran intensitas kebisingan pada lembar data sampling. h. Bila alat ukur Sound Level Meter tidak memiliki fasilitas LAeq, maka dihitung secara manual dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$LA_{eq} = 10 \text{ Log } \left\{ \frac{1}{T} \left[ t_1 \times \text{antilog} \left( \frac{L_1}{10} \right) + t_2 \times \text{antilog} \left( \frac{L_2}{10} \right) + \dots + t_n \times \text{antilog} \left( \frac{L_n}{10} \right) \right] \right\} \quad (1)$$

Keterangan:

Leq = tingkat tekanan bunyi

L1 = tingkat tekanan bunyi pada periode t1

Ln = tingkat Tekanan bunyi pada periode

n T = total waktu (t1+t2 + ... tn)

menentukan metode teknik untuk penentuan tingkat kekuatan suara untu titik pengukuran dari pabrik industri multi sumber, dan sumber kebisingan dari pabrik

dipresentasikan sebagai sumber titik ekuivalen dengann kekuatan suara yang ditentukan di pusat geometris pabrik. Sumber titik digunakan untuk menghitung tingkat tekanan suara pada titik-titik yang jauh dari pusat geometris. Metode ini tidak diperluas ke situs komunitas yang memerlukan beberapa sumber ekuivalen dan mewakili sumber kebisingan mereka, atau lokasi yang diminati berada dalam situs atau di dekatnya. Cara alternative untuk menentukan tingkat kekuatan suara dari sumber kebisingan di situs multisumber adalah pendekatan pemodelan kebisingan terbalik yang disajikan oleh Guasch et al. hubungan linier antara kekuatan suara dari sumber kebisingan dan tekanan suara di lokasi pengukuran diasumsikan dan dibuat dengan bantuan simulator perambatan kebisingan. (Wenzu Zhang, 2020)

## 5. Perhitungan Kebisingan

*Equivalent Sound Pressure Level* (Leq) adalah intensitas tekanan suara konstan yang mempunyai total energi sama (ekivalen) dengan energi dari kebisingan yang berfluktasi dalam rentang waktu yang sama atau intensitas exposure terhadap suara digunakan untuk menyatakan kebisingan satu kali atau kebisingan sebetarsebentar dalam jangka waktu pendek dan kontinyu. Variabel mengubah jumlah energi dari kebisingan satu kali menjadi intensitas tekanan suara berbobot A dari kebisingan tetap yang kontinyu dari energyisepadanan. Besaran ini sangat berguna untuk menggambarkan intensitas kebisingan suatu sumber kebisingan yang berubah-ubah setiap saat (Tri Astuti,2010).

Menurut Permen LH nomor 48 tahun 1996 tingkat kebisingan sinambung setara (*equivalent continuous level*) adalah tingkat kebisingan dari kebisingan yang berubah-ubah (fluktuatif) selama selang waktu tertentu, yang setara dengan tingkat kebisingan (*steady*) pada selang waktu yang sama. Tujuan dari LAeq adalah untuk menyediakan ukuran angka tunggal dari kebisingan rata-rata selama periode waktu tertentu yang harus selalu ditentukan. Persamaan LAeq adalah sebagai berikut :

$$LAeq = 10\log \left( \frac{1}{T} \sum T_i \cdot 10^{0,1 L_i} \right) \quad (2)$$

Setiap pelindung pendengaran, masing-masing memiliki kemampuan mereduksi kebisingan. Untuk mengetahui efektivitas dan kemampuan pelindung pendengaran dalam mengurangi kebisingan, dapat diketahui melalui *Noise Reduction Rating* (NRR). NRR adalah ukuran kemampuan sebuah pelindung pendengaran dalam mengurangi tingkat kebisingan (dinyatakan dalam satuan dB). Metode ini memungkinkan pekerja untuk menilai kemampuan pelindung pendengaran dalam mengurangi kebisingan di area kerja. Semakin tinggi nilai NRR, maka semakin besar pula tingkat kebisingan yang direduksi oleh pelindung pendengaran. Nilai NRR pelindung pendengaran yang di gunakan PT. ANTAM Tbk. UBPN SULTRA yaitu *Ear Plug* yang 25 dBA dan *Ear Muff* 29 dBA. Pada perlindungan kombinasi NRR yang memiliki nilai tertinggi yang digunakan dalam perhitungan. Merujuk regulasi OSHA, di area yang memiliki tingkat kebisingan sangat tinggi, OSHA memperbolehkan penggunaan pelindung pendengaran ganda, yakni *earplug* dan *earmuff* secara bersamaan. Adapun perhitungan NRR yaitu :

$$\text{Tingkat reduksi kebisingan Ear Plug} = \frac{(NRR-7)}{2} \quad (3)$$

### E. Kawasan Industri

Menurut *National Industrial Zoning Committee's* (USA) 1967 , yang dimaksud dengan kawasan industri atau *Industrial Estate* atau sering disebut dengan *Industrial Park* adalah suatu kawasan industri di atas tanah yang cukup luas, yang secara administratif dikontrol oleh seseorang atau sebuah lembaga yang cocok untuk kegiatan industri, karena lokasinya, topografinya, zoning yang tepat, ketersediaan semua infrastrukturnya (utilitas), dan kemudahan aksesibilitas transportasi. Menurut *Industrial Development Handbook* dari ULI ( *The Urban Land Institute*), Washington DC (1975) , kawasan industri adalah suatu daerah atau kawasan yang biasanya didominasi oleh aktivitas industri. Kawasan industri biasanya mempunyai fasilitas kombinasi yang terdiri atas peralatan- peralatan pabrik (*industrial plants*), penelitian dan laboratorium untuk pengembangan, bangunan perkantoran, bank, serta prasarana lainnya seperti fasilitas sosial dan

umum yang mencakup perkantoran, perumahan, sekolah, tempat ibadah, ruang terbuka dan lainnya. Istilah kawasan industri di Indonesia masih relatif baru. Istilah tersebut digunakan untuk mengungkapkan suatu pengertian tempat pemusatan kelompok perusahaan industri dalam suatu areal tersendiri. Kawasan industri dimaksudkan sebagai padanan atas industrial estates. Sebelumnya, pengelompokan industri demikian disebut lingkungan industri.

## **F. Industri Pengolahan Nikel**

Menurut Survei Geologi Amerika Serikat (USGS), Indonesia menduduki peringkat ke-6 sebagai negara yang kaya akan sumber daya tambang. Kondisi *excellent tectonic* dan geologi tersebut yang membawa Indonesia menjadi salah satu produsen terbesar emas, tembaga, nikel, dan timah. Oleh karena itu, Indonesia menjadi negara yang sangat menjanjikan bagi kalangan pelaku industri pertambangan untuk berinvestasi di Indonesia (Indonesian Mining Association 2014). Salah satu industri pertambangan yang strategis di Indonesia adalah nikel. Sumber daya nikel Indonesia diperkirakan mencapai 2.633 juta ton ore dengan cadangan sebesar 577 juta ton ore yang tersebar di Sulawesi, Kalimantan, Maluku dan Papua.

Komoditi nikel dikelompokkan menjadi tiga, yaitu bijih nikel, feronikel dan nikel kasar, yang mana hampir seluruhnya dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan ekspor. Selama periode tahun 2012-2014, ekspor bijih nikel mengalami fluktuasi pada setiap negara. Ekspor bijih nikel tertinggi ke negara Tiongkok pada tahun 2013 adalah sebesar 58.604.651,8 ton. Adapun produksi bijih nikel Indonesia mengalami penurunan pada periode 2012-2014, yaitu pada tahun 2013 mencapai 65.047.388 ton, tahun 2014 sebesar 39.034.912 ton, sedangkan pada tahun 2015 adalah sebesar 34.063.566 ton. Hal ini dapat dilihat pada Badan Pusat Statistik (2015).

Salah satu perusahaan yang memproduksi nikel di Indonesia adalah PT Antam Tbk Unit Bisnis Pertambangan Nikel (UBPN) Sulawesi Tenggara (Sultra) yang terletak di Pomalaa. Strategi utama PT Antam adalah bergerak ke arah hilir

untuk menghasilkan produk-produk bernilai tambah. Produk-produk yang dihasilkan PT.Antam Tbk. UBPN Sultra adalah Feronikel dan Slag. Feronikel digunakan sebagai bahan baku untuk beragam industri seperti baterai, elektronik, industri antariksa, dan turbin gas; sedangkan slag digunakan untuk bahan bangunan (Antam, 2016).

PT.Antam Tbk. UBPN Sultra memiliki empat pabrik feronikel, yakni pabrik FeNi Plant I, pabrik FeNi Plant II, pabrik FeNi Plant III, dan pabrik FeNi Plant IV. Kapasitas terpasang di keempat pabrik tersebut adalah 26.000 ton Ni dengan mengasumsikan beban puncak 42 MW. FeNi Plant 3 masih terdapat sisa waktu produksi feronikel sebesar 4,85 jam dalam sehari produksi feronikel, selain itu belum ada penelitian tentang tata letak dan pola aliran bahan, serta efisiensi keseimbangan lini perakitan terhadap FeNi Plant 3.

## **G. Tahap Pembuatan Nikel**

### **1. Penambangan Biji Nikel (Nikel Ore)**

Kegiatan penambangan dilaksanakan untuk memenuhi kebutuhan ekspor biji nikel dan sebagai umpan pabrik feronikel. Adapun tahapan kegiatan penambangan adalah sebagai berikut :

#### **a. Eksplorasi**

Dalam usaha mencari cadangan bijih nikel (nikel ore) dilakukan penyelidikan baik secara umum (geologi permukaan), eksplorasi pendahuluan, eksplorasi detail, sampai perhitungan cadangan untuk mengetahui seberapa jauh kandungan nikel yang ada pada daerah tersebut. Upaya tersebut dilakukan dengan pengambilan contoh (*sample*) dengan menggunakan alat bor.

#### **b. Pengupasan tanah tertutup (*open burden*)**

Sebelum dilakukan penambangan, daerah tambang dibersihkan dari pohon-pohon dan semak-semak, setelah itu dilakukan *stripping* (pengupasan) lapisan tanah tertutup, sampai pada kedalaman tertentu. Pelaksanaan tersebut di atas semuanya dikerjakan menggunakan alat dorong (*bulldozer*).

c. Penambangan

Kegiatan selanjutnya adalah penambangan yang termasuk dalam klasifikasi tambang-tambang terbuka (*Open cut mining*) dengan menggunakan alat-alat produksi sebagai berikut :

- 1) *Bulldozer* sebagai alat dorong
- 2) *Dozer Shovel* sebagai alat gali dan muat
- 3) *Dump Truck* sebagai alat angkut

d. Pengangkutan

Selanjutnya dilakukan kegiatan pengangkutan dari daerah penambangan ke tempat penyimpanan ore baik untuk kegiatan umpan pabrik maupun untuk yang langsung di ekspor, dengan menggunakan alat transportasi yaitu *dump truck* yang berkapasitas 15-30 ton.

e. Penumpukan

Bijih nikel baik untuk umpan pabrik maupun untuk ekspor, sebelum di tumpuk di *stock yard* yang berupa batuan besar atau boulder (>20 cm) terlebih dahulu disaring pada saringan tetap.

f. Pencampuran

Pencampuran (*blending*) pada *stock yard* antara bijih nikel dari berbagai kadar, untuk memperoleh bijih berkualitas ekspor. Dari *stock yard* bijih nikel dibagi dalam dua bagian, sebagian diangkut ke kapal ekspor dengan menggunakan *dump truck* sedangkan yang menggunakan alat *belt conveyor* diangkut kepelabuhan kemudian di masukkan ke pabrik untuk diolah atau sebagai umpan pabrik.

## 2. Proses Produksi Feronikel

Pengolahan bijih nikel di PT. Antam Tbk. UBPN Sultra menggunakan metode Ellkeem dengan jenis proses produksi *continous* dimana prosesnya terdiri dari beberapa tahap yakni :

- a. Tahap Praolahan (*Ore Preparation*)

Tahap praolahan bertujuan untuk mempersiapkan bijih sebelum memasuki proses peleburan. Hal ini dilakukan agar bijih yang masuk ke peleburan memenuhi berbagai persyaratan yang telah ditentukan, antara lain menyangkut ukuran, kadar bijih, *Moisture Content* (MC) atau air lembab, *LOI (LostOfIgnation)* atau air Kristal, dan lain-lain. Bahan baku yang terdiri dari bijih nikel, anthrasit, dan batu kapur sebelum diumpankan ke rotary kiln terlebih dahulu mengalami proses ore blending, ore blending pada rotary dryer dan tahap kalsinasi pada rotary kiln.

b. Tahap Peleburan (*Smelting*)

Proses peleburan adalah proses dimana *calcine* hasil dari proses kalsinasi pada *rotary klin* diolah dalam tanur listrik untuk memisahkan *crude* FeNi dengan *slag* melalui proses reduksi. Proses peleburan dilakukan dalam tanur listrik yang berkapasitas 45 MVA unit FeNi 1, 38 MVA unit FeNi 2, dan 38 MVA unit FeNi 3 yang bagian dalamnya dilapisi *brick*. Pada tanur listrik dilengkapi dengan 3 buah elektroda yang berfungsi sebagai pelebur dari *calcine* tersebut.

*Calcine* yang dihasilkan oleh *rotary kiln* dengan temperature 900°C sebelum diumpankan dalam tanur listrik yang diangkut dengan menggunakan system *container car*, kemudian diangkat ke atas dengan menggunakan *over head crane* dan ditampung dalam 10 buah top bin yang berkapasitas masing-masing 100 ton, yang terpasang di lantai bangunan tanur listrik. Dari *top bin calcine* diumpankan ke dalam tanur melalui *chute* yang kakinyaterpasang mengelilingi tanur listrik. Dalam tanur listrik tersebut terjadi peleburan *calcine* dan menyelesaikan reduksi senyawa yang terdapat di dalam bijih oleh *fixed carbon*.

Dari leburan itu terbentuk dua fase yaitu, fase *slag* dan fase metal atau nikel yang merupakan fase cair. *Slag* berperan peting dalam mengatur komposisi logam cair karena merupakan bahan perantara

terjadinya reaksi kimia. Unsur yang terbentuk dari hasil reduksi di dalam bijih adalah logam feronikel. Pemisahan antara logam feronikel dan *slag* di dalam tanur adalah lapisan atas yaitu *slag* dengan tebal lapisan mencaai 1-1,5 m, sedangkan lapisan logam feronikel berkisar antara 40-80 cm.

*Slag* dikeluarkan dari tanur listrik setiap 90.000 KWh sebanyak 90 ton dengan temperature sekitar 1550 °C dan dialirkan ke dalam kolam air sehingga tergranulasi menjadi butiran-butiran yang berukuran 5-10 cm. Logam (metal) feronikel dikeluarkan dalam tanur listrik. Logam ini disebut *crudeferonikel* yang masih perlu dimurnikan di departemen pemurnian untuk mendapatkan feronikel dengan komposisi sesuai permintaan.

c. Tahap Pemurnian (*Refining*)

Tahap pemurnian bertujuan untuk memurnikan *crude* FeNi menjadi *metal* FeNi (produk) sesuai standard produk. Proses pemurnian terdiri dari dua proses yaitu :

1) Proses De-Sulphurisasi (De-S)

Proses ini bertujuan untuk menurunkan kadar sulfur yang terdapat pada *crude* FeNi sehingga hasil peleburan menjadi <0,03.

Bahan yang digunakan yaitu :

- a) *Calcium Carbide*     ± 200 kg/heat
- b) *Soda Ash*             ± 10 kg/heat
- c) *Fluor Spar*           ± 10 kg/heat

Bahan-bahan tersebut digunakan untuk mengikat sulfur pada proses de-S. Prosesnya yaitu *crude* FeNi dicampur dan diaduk dengan *calcium carbide*, *soda ash*, dan *fluor spar* dalam satu *ladle* yang disebut *shaking converter* dengan kapasitas 16 ton FeNi. Proses De-S ini berlangsung sekitar ± 35 menit. Temperatur metal selama proses harus berkisar ± 1350 °C. Hasil dari proses ini akan menghasilkan metal FeNi *high carbon* dan *low carbon*.

2) Proses Oksidasi



Proses oksidasi dilakukan pada produk *low carbon* untuk menurunkan kadar silica, fosfor melalui proses peniupan oksigen ke dalam *crude* FeNi dengan menggunakan oksigen dan kapur bakar dan batu kapur berfungsi untuk mengontrol *basicity* dan temperatur. Proses De-Silikonisasi yaitu proses menghilangkan kandungan silica dalam *crude* FeNi  $< 0,05$ . Jika kadar silica dalam *crude* FeNi tinggi maka proses de-silikonisasi berlangsung dua kali.

Proses De-Karbonisasi yaitu proses penghilangan kandungan unsure pengotor seperti 1,5% C, 0,3% Si dan 0,8% Cr di dalam *crude* FeNi yang akan dimurnikan untuk mendapatkan kadar yang diinginkan melalui peniupan oksigen. Proses De-Phosporisasi yaitu proses penghilangan kadar fosfor dalam *crude* FeNi. Fosfor ini akan mengalami oksidasi yang akan diikat oleh CaO untuk membentuk *slag*. Proses Oksidasi berlangsung  $\pm 1,5$  jam dengan temperature *crude* FeNi  $\pm 1450^{\circ}\text{C}$ . Proses ini menghasilkan metal FeNi dan *Slag*, dimana *slag* tersebut akan dibuang.

### **3. Tahap Pencetakan (*Casting*)**

Metal FeNi yang telah mengalami pemurnian selanjutnya dibawa ke Departemen *Casting* untuk dicetak menjadi bentuk yang diinginkan oleh pihak pembeli. Hasil cetakan pada PT. Antam Tbk. UBPN Sultra yaitu berbentuk *Shot*. *Shot* merupakan metal FeNi dalam bentuk butiran, proses pencetakannya dimulai dari metal FeNi hasil peleburan dan dituangkan kedalam sebuah *ladle* yang mempunyai lubang kemudian melalui lubang tersebut metal akan mengalir ke cetakan atau mold dikendalikan oleh operator pada *controlroom*.

#### **a. *Finishing Production***

Setelah dilakukan pencetakan akan dimasukkan di *hoopper* untuk memudahkan pengepakan. Pengepakan di *finishingproduction* terdiri dari 2 bentuk pengepakan, yaitu dalam bentuk *bag* dan curah. Setelah di *packing* diangkat untuk disimpan digudang, dimana gudang tersebut

berada di dekat pelabuhan. Hal ini bertujuan untuk mempermudah pada saat di *eksport*.

## **H. Penggambaran Kontur dengan Program Surfer 18.0**

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 isopleth pada kertas berskala yang sesuai dengan pengukuran yang dibuat. Biasanya dibuat kode pewarnaan untuk menggambarkan keadaan kebisingan, warna hijau menunjukkan terendah, warna kuning sedang dan warna merah tertinggi, sesuai dari nilai yang ada (Ferial dkk, 2016).

Program Surfer memiliki dua tampilan standar, yaitu window worksheet, ruang meletakkan data-data tabular yang berisi informasi geografis (X, Y, dan Z), kemudian window diplot dan diinterpolasi. Worksheet pada program Surfer 14 dapat juga digantikan dengan penggunaan sel Excel. Sel Excel dapat digunakan sebagai worksheet data input sesuai dengan yang telah diperoleh dari pengolahan perhitungan sebelumnya. Data tabular yang dimaksud adalah untuk nilai X dan Y adalah titik koordinat lokasi pengukuran dan Z adalah nilai kebisingan rata-rata tiap interval waktu (LAeq). Data tersebut kemudian diplot pada program hingga membentuk peta kontur yang dapat didefinisikan dalam beberapa tampilan (Firman, 2018).

## **I. Skala Pengukuran**

Skala merupakan prosedur pemberian angkaangka atau symbol lain kepada sejumlah ciri dari suatu objek. Pengukuran adalah proses, cara perbuatan mengukur yaitu suatu proses sistematik dalam menilai dan membedakan sesuatu obyek yang diukur atau pemberian angka terhadap objek atau fenomena menurut aturan tertentu. Pengukuran tersebut diatur menurut kaidah-kaidah tertentu. Kaidah-kaidah yang berbeda menghendaki skala serta pengukuran yang berbeda pula. Misalnya, orang dapat digambarkan dari beberapa karakteristik: umur, tingkat pendidikan, jenis kelamin, tingkat pendapatan (Monica, 2016).

Skala pengukuran merupakan seperangkat aturan yang diperlukan untuk mengkuantitatifkan data dari pengukuran suatu variable. Dalam melakukan analisis statistik, perbedaan jenis data sangat berpengaruh terhadap pemilihan model atau alat uji statistik. Tidak sembarangan jenis data dapat digunakan oleh alat uji tertentu. Ketidakesesuaian antara skala pengukuran dengan operasi matematik /peralatan statistik yang digunakan akan menghasilkan kesimpulan yang tidak tepat/relevan (Monica,2016).

## **J. Anatomi Dan Fisiologi Alat Pendengaran**

### **1. Alat pendengaran manusia**

Alat pendengaran pada manusia berupa telinga. Telinga merupakan organ pendengaran dan juga memainkan peran penting dalam mempertahankan keseimbangan.(16) Bagian-bagian yang berperan dalam pendengaran yaitu : 14)

- a. Telinga luar Terdiri dari daun telinga, liang atau kanal telinga sampai membran tympani. Daun telinga berfungsi sebagai pengumpul energi bunyi dan di konsentras pada membran tympani. Pada liang telinga (kanal) terdapat wax (malem) yang berfungsi sebagai peningkatan. Kepekaan terhadap frekuensi suara 3000 – 4000 Hz, panjang liang telinga ini adalah 2,5 – 4 cm terbentuk dari jaringan kartilago, membran dan tulang dan dibalut oleh kulit yang mengandung kelenjar minyak (wax). Membran tympani mempunyai ketebalan 0,1 mm dan luas 65 mm<sup>2</sup>, membran ini mengalami vibrasi yang akan diteruskan ke telinga tengah yaitu pada tulang malleus, incus, dan stapes.
- b. Telinga tengah Mulai dari membran tympani sampai tube eustachius, yang terdiri dari tiga buah tulang pendengaran (osicles) yaitu tulang malleus, incus stapes. Suara yang masuk akan mengalami pemantulan sebesar 99,9 % dan yang diteruskan 0,1 %. Saluran eustachius menghubungkan ruang telinga tengah dengan pharynx, sehingga berfungsi sebagai penyeimbang tekanan udara pada kedua sisi ruangan tersebut. Telinga bagian tengah memegang proteksi terhadap suara yang terlalu keras karena adanya tuba eustachius yang mengatur tekanan di dalam telinga bagian tengah yang

berhubungan langsung dengan pharynx. Apabila mendengarkan suara yang terlalu keras (petir) maka dengan membuka mulut lebar-lebar, suara tersebut akan banyak berkurang kekerasannya dalam telinga.

- c. Telinga dalam Telinga dalam berada di belakang tulang tengkorak kepala terdiri dari cochlea (rumah siput) dan oval window (tingkat oval). Cochlea berbentuk spiral (seperti rumah siput) dengan isi cairan di dalamnya. Ukuran panjang cochlea berkisar 3 cm yang terdiri dari dua saluran membran. Yang pertama mulai dari oval window sampai sepanjang tabung spiral yang berbalik pada ujung saluran tersebut, selanjutnya berjalan turun menuju round window. Yang kedua merupakan sebuah sistem tertutup yang terdiri dari organ corti terletak dalam ruangan yang terbentuk oleh kedua saluran. Kedua saluran ini mengandung cairan yang disebut prelymph dan cairan yang disebut tulang yang kurang sempurna dan membran basiler. Organ corti mengandung lebih dari 20.000 sel sensor, terletak pada membran basiler, sejumlah rambut halus terletak pada ujung sel sensor tersebut dan berhadapan dengan membran tectorial, dan serat-seratnya bergabung bersama sel-sel rambut untuk tersambung/membentuk saraf pendengaran. Jika suara sampai pada telinga luar maka akan diteruskan ke gendang yang akan mengentarkan dan menggerakkan tulang pendengaran. Tulang tapes melekat pada oval window dan cairan pada saluran membran yang dirubah menjadi gerakan gelombang, dan berbalik kemudian merangsang organ corti.

## **2. Mekanisme mendengar**

(16) Suara dari lingkungan akan diterima daun telinga dan liang telinga yang merupakan bagian telinga luar. Semua bunyi yang mencapai telinga kita sebenarnya merupakan tenaga suatu gelombang suara. Selanjutnya gelombang suara akan menggetarkan gendang telinga (membran tympani) yang merupakan selaput tipis dan transparan. Selanjutnya getaran-getaran tersebut mulai sampai ke telinga tengah yang berisi tulang-tulang pendengaran. Tulang tersebut antara lain tulang-tulang malleus, incus dan stapes. Sebagian tulang malleus melekat pada sisi dalam gendang telinga dan akan bergetar bila membran tympani bergetar. Tulang stapes berhubugan

dengan selaput oval window (tingkat oval) yaitu telinga bagian dalam. Karena ketiga tulang pendengaran saling bersendi satu sama lain maka akan menjembatani getaran dari gendang telinga, memperkeras dan menyampaikan ke telinga dalam.

Cochlea termasuk telinga dalam berisi cairan elektrolit yang mempunyai struktur pipa dengan dua setengah lingkaran yang mirip rumah siput. Pergerakan tulang-tulang pendengaran akan menggetarkan selaput oval window yang menyebabkan aliran cairan cochlea. Aliran tersebut akan menggerakkan sel-sel rambut yang halus yang melekat pada saluran cochlea, pada saat inilah terjadi perubahan gelombang suara menjadi gelombang listrik. Potensial listrik yang timbul akan diteruskan ke otak untuk diolah/diterjemahkan melalui saraf pendengaran.

Peristiwa gelombang suara menjadi potensial listrik pada saraf melalui tulang-tulang pendengaran ini dinamakan sebagai gejala sensasi bunyi atau bone conduction. Proses terjadinya getaran pada gendang telinga dan kemudian sampai pada tulang pendengaran dinamakan air conduction, sehingga gelombang yang datang dari telinga luar sampai ke telinga dalam berlangsung secara bone conduction.

### **K. Ambang Dengar**

Nilai ambang pendengaran adalah suara yang paling lemah yang masih dapat didengar telinga (Buchari, 2007). Tingkat intensitas suara minimum yang dapat didengar oleh telinga orang muda sehat adalah 20 mikropaskal, hal ini dikenal sebagai tingkat akustik 0 dB, pada audiometri digunakan tingkat referensi lain yang dikenal sebagai tingkat ambang dengar 0 dB, pada frekwensi  $\pm 3000$  Hz, tingkat ambang dengar lebih tinggi 10 dB diatas tingkat akustik. Hasil pemeriksaan normal berada dalam kisaran  $\leq 25$  dB pada seluruh frekwensi. Bila terdapat kecenderungan hasil pemeriksaan melebihi 25 dB terutama pada frekwensi 500 atau 1000 Hz, kemungkinan terdapat latar belakang kebisingan ruang pemeriksaan yang terlalu bising. Bila terdapat perbedaan  $> 40$  dB antara telinga kanan dan kiri, maka dilakukan prosedur *masking* untuk menentukan tingkat ambang sebenarnya. (Bashiruddin dkk, 2007).

Tingkat cacat ditentukan dengan mengukur nilai ambang dengar (Hearing Threshold Level = HTL), yaitu angka rata-rata penurunan ambang dengar

dengan dBA pada frekwensi 500, 1000, 2000, 4000 Hz. Penurunan nilai ambang dengar dilakukan pada kedua telinga :

- a. Telinga normal : pada pemeriksaan audiometri ambang dengar rata-rata tidak melebihi 25 dB dan di dalam pembicaraan tidak ada kesukaran mendengar suara perlahan.
- b. Tuli ringan : pada pemeriksaan audiometri ambang dengar rata-rata antara 25-40 dB dan terdapat sedikit kesukaran mendengar.
- c. Tuli sedang : pada pemeriksaan audiometri terdapat ambang dengar rata-rata antara 40-55 dB. Seringkali terdapat kesukaran untuk mendengar pembicaraan biasa.
- d. Tuli sedang berat : pada pemeriksaan audiometri terdapat ambang dengar rata-rata antara 55-70 dB. Biasanya terdapat kesukaran mendengar suara pembicaraan kalau tidak dengan suara keras.
- e. Tuli berat : Ambang dengar rata-rata antara 70-90 dB. Hanya dapat mendengar suara yang sangat keras.
- f. Tuli sangat berat : Ambang dengar 90 dB atau lebih. Sulit sekali mendengar pembicaraan (Bashiruddin dkk, 2007).

Tingkat cacat menurut American Medical Association (AMA) Committee on Medical Rating of Physical Imparment, menyatakan bahwa cacat total pendengaran, apabila ambang dengar diatas 92 dB. Jadi ambang tertinggi ialah 93 dB dan batas terendah untuk gangguan pendengaran ialah 25 dB (Bashiruddin dkk, 2007).

Pengukuran ambang dengar dengan menggunakan audiometri adalah suatu sistem uji pendengaran dengan menggunakan alat listrik yang dapat menghasilkan bunyi nada-nada murni dari berbagai frekuensi 250- 500, 1000-2000, 4000-8000 dan dapat diatur intensitasnya dalam satuan (dBA). Bunyi yang dihasilkan disalurkan melalui telepon kepala dan vibrator tulang ke telinga orang yang diperiksa pendengarannya. Masing- masing untuk mengukur ketajaman pendengaran melalui hantaran udara dan hantaran tulang pada tingkat intensitas nilai ambang, sehingga akan didapatkan kurva hantaran tulang dan hantaran udara. Dengan membaca audiogram ini kita dapat mengetahui jenis dan derajat

kurang pendengaran seseorang. Gambaran audiogram rata-rata sejumlah orang yang berpendengaran normal dan berusia sekitar 20-29 tahun merupakan nilai ambang baku pendengaran untuk nada murni. Telinga manusia normal mampu mendengar suara dengan kisaran frekwensi 20-20.000 Hz. Frekwensi dari 500-2000 Hz yang paling penting untuk memahami percakapan sehari-hari (American Speech Language Hearing Association, 1978).

Faktor yang mempengaruhi fungsi pendengaran antara lain:

a. Penggunaan Obat-obatan

Penggunaan obat-obatan selama 14 hari baik diminum maupun melalui suntikan, menyebabkan terjadinya gangguan pendengaran. Obat-obatan yang mempengaruhi pendengaran pada umumnya adalah jenis antibiotik aminoglikosid yang mempunyai efek ototoksik. Penggunaan Obat-obatan yang bersifat ototoksik akan dapat menimbulkan terjadinya gangguan fungsional pada telinga dalam yang disebabkan telah terjadi perubahan struktur anatomi pada organ telinga dalam (Soetirto dkk, 2007).

b. Umur

Pada usia lanjut, sedang sakit atau anak berumur antara 4 sampai 6 tahun, dipandang lebih sensitif terhadap gangguan kebisingan dibanding kelompok usia lain. Orang yang berumur lebih dari 40 tahun akan lebih mudah tuli akibat bising. Pada orang lanjut usia, gangguan pendengaran biasanya disebabkan oleh fungsi organ pendengaran yang menurun atau disebut presbiakusis (sekitar 1,8 –5%) (Yusuf, 2000).

c. Riwayat Penyakit Telinga (Otitis Media) Yaitu suatu peradangan sebagian atau seluruh mukosa telinga tengah. Tuba Eustachius, antrum mastoid dan sel-sel mastoid (Djaafar, 2007).

d. Hipertensi

Para penderita penyakit darah tinggi, dimana sel-sel pembuluh darah sekitar telinga ikut tegang dan mengeras, juga harus selalu memperhatikan kesehatan telinganya. Sebab, berkurangnya oksigen yang masuk lebih memudahkan sel-sel pendengaran mati (Yusuf, 2000).

e. Jenis Kebisingan

Kebisingan yang bernada tinggi sangat mengganggu lebih-lebih jika kebisingan tersebut adalah jenis yang terputus-putus atau yang datang hilangnya secara tiba-tiba dan tidak terduga. Pengaruh kebisingan sangat terasa, apabila tidak diketahui apa dan dimana tempat tempat sumbernya. Fakta menunjukkan bahwa kebisingan dapat pula memberikan efek buruk kepada penderita penyakit kardiovaskuler dan juga orang sakit saraf (Suma'mur, 2009).

f. Alat Pelindung Telinga

Pengendalian kebisingan terutama ditujukan bagi mereka yang dalam kesehariannya menerima kebisingan. Karena daerah utama kerusakan akibat kebisingan pada manusia adalah pendengaran (telinga bagian dalam), maka metode pengendaliannya dengan memanfaatkan alat bantu yang bisa mereduksi tingkat kebisingan yang masuk ke telinga bagian luar dan bagian tengah sebelum masuk ke telinga bagian dalam (Sasongko dkk, 2000).

g. Masa Kerja

Timbulnya risiko kerusakan pendengaran pada tingkat kebisingan  $< 80$  dB (A) untuk paparan harian selama 8 jam dapat diabaikan dan tidak ada peningkatan persentase subjek dengan gangguan pendengaran. Paparan kebisingan  $>85$  dB (A) ada kemungkinan bahwa setelah 5 tahun kerja, 1% pekerja akan memperlihatkan sedikit gangguan pendengaran (Suyono, 1995).