

**ANALISIS KEBISINGAN PERALATAN PABRIK
DALAM UPAYA PENINGKATAN PENAAATAN PERATURAN
KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
PT. PUPUK KALTIM**



Tesis

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana S-2 Pada
Program Studi Ilmu Lingkungan

**AGUS JAYA SAPUTRA
L4K005006**

**PROGRAM MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG – 2007**

**ANALISIS KEBISINGAN PERALATAN PABRIK
DALAM UPAYA PENINGKATAN PENAAATAN PERATURAN
KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
PT. PUPUK KALTIM**

Disusun oleh

AGUS JAYA SAPUTRA
L4K005006

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-2 pada
Program Studi Ilmu Lingkungan**

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

(Dr.-Ing. Ir. Gagoek Hardiman)

(Drs. Dwi P. Sasongko, M.Si.)

PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister dari Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro seluruhnya merupakan hasil karya sendiri.

Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tesis yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian tesis ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiat dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sandang dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.

Semarang, April 2007

Agus Jaya Saputra

KATA PENGANTAR

Tesis ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mencapai Gelar Magister Ilmu Lingkungan pada Program Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang.

Dengan selesainya penyusunan tesis ini, menjadi kewajiban penulis untuk menyampaikan ucapan terimakasih dan penghargaan kepada semua pihak, yang secara langsung maupun tidak langsung telah mendorong, memberi semangat dan membantu penulis sampai tersusunnya proposal tesis ini.

Tidak lupa penulis panjatkan rasa syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberi hikmah dan hidayahNya sehingga penulis mendapat kesempatan untuk menyelesaikan program Pasca Sarjana di Universitas Diponegoro Semarang.

Penulis sampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada istri tercinta, Cantri Winarti, dan kedua anak penulis, Dhella Anggia Deviana Putri dan Rakha Abiyan Saputra, atas pengertian, kesabaran dan bantuan mereka, sehingga selain tugas penulis untuk memenuhi kewajiban sebagai kepala keluarga, penulis masih sempat melakukan studi dan penelitian sampai selesainya penyusunan tesis ini. Demikian juga kepada Ibunda Imas Sumiyati, Kakak-kakak, dan saudara-saudara semua yang senantiasa turut memberikan dorongan dan dukungan dalam segala usaha dan doa dalam penyelesaian tesis ini.

Rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya disampaikan oleh penulis kepada Dr.-Ing. Ir. Gagoek Hardiman dan Drs. Dwi P. Sasongko, M.Si. yang bertindak sebagai Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II, serta Dosen penguji.

Dalam kesempatan ini, penulis sampaikan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada Prof. Dr. Sudarto P. Hadi, MES selaku Ketua Program S-2 Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang, Prof. Dr. dr. Suharyo selaku Direktur Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang. Dan kepada Prof. Dr. Susilo Wibowo Sp.And. selaku Rektor Universitas Diponegoro Semarang, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti program pascasarjana di Universitas Diponegoro Semarang.

Pada kesempatan ini juga penulis juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada Kepala Sub Biro *Fire & Safety* M. Suef, Kepala Biro Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan Hidup Ir. Djoko Setyo Prihadi dan rekan-rekan kerja di Bagian Teknik Keselamatan Kerja, Lingkungan Hidup, Pemadam Kebakaran, dan Hyperkes, ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada Tri Joko Laksono atas bantuannya dalam pengolahan data dan penggunaan software microsoft surfer, serta semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah membantu kelancaran dalam penyelesaian tesis ini.

Akhirnya penulis berharap tesis ini bermanfaat bagi para pihak. Mudah-mudahan Allah SWT selalu melimpahkan rahmatNya kepada kita semua. Amin.

Bontang, Februari 2007

Penulis,

Agus Jaya Saputra

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
ABSTRAK.....	x
BAB I : PENDAHULUAN	
Latar Belakang.....	1
Identifikasi dan Rumusan Masalah.....	3
Tujuan Penelitian.....	4
Manfaat Penelitian.....	4
BAB II. : TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Landasar Teori.....	5
2.1.1 Aspek Fisis Kebisingan.....	5
2.1.2 Tekanan dan Daya Suara.....	8
2.1.3 Satuan Tingkat Bising.....	8
2.1.4 Intensitas Suara.....	9
2.1.5 Kontrol Kebisingan.....	12
2.1.6 Pengendalian Kebisingan.....	14
2.2 Pembahasan Penelitian Terdahulu yang Relevan.....	16
2.3 Orisinalitas Penelitian.....	17
BAB III : METODE PENELITIAN	
3.1. Rancangan Penelitian dan Perspektif Pendekatan Penelitian.....	18
3.2. Ruang Lingkup Penelitian.....	20
3.3. Lokasi Penelitian.....	20

3.4. Variabel Penelitian.....	21
3.4.1. Klasifikasi Variabel.....	21
3.4.2. Definisi Konseptual Variabel.....	21
3.4.3. Definisi Operasional.....	22
3.5. Jenis dan Sumber Data.....	22
3.6. Instrumen Penelitian.....	23
3.7. Teknik Pengumpulan.....	23
3.8. Teknik Analisis Data.....	24
BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Sumber Kebisingan	25
4.2 Hasil Penelitian.....	25
4.3 Analisis Hasil Penelitian.....	36
4.4 Pembahasan.....	56
BAB V. : KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran.....	63
 DAFTAR PUSTAKA	 64
LAMPIRAN	65

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Standar Kebisingan Sesuai Kepmen No. 51/ MENAKER/1999	3
2. Hasil Pengukuran	34
3. Hasil Perhitungan Kebisingan	35
4. Perbandingan Kebisingan <i>Compressor House</i> Pabrik <i>Ammonia</i>	57
5. Data Karyawan Pemakai Pelindung Telinga	60
6. Pemeriksaan Audiometri Karyawan PT. Pupuk Kaltim	60
7. Data karyawan / Opertor yang Mengalami Ketulian	61

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 1.	Tingkat kebisingan yang menyebabkan gangguan percakapan di luar Ruangan...	7
Gambar 2.	Hubungan antara harga desibel (dB) dengan harga energi akustik.....	9
Gambar 3.	Bidang propogasi gelombang suara sebuah sumber titik.....	11
Gambar 4.	Garis Bentuk Kenyaringan.....	13
Gambar 5.	Diagram Alir Penelitian kebisingan.....	19
Gambar 6.	Titik Pengukuran Kebisingan.....	25
Gambar 7.	<i>Lay Out</i> Titik Pengukuran di Area <i>Compressor House</i> Amoniak lt.1 Kaltim-1....	26
Gambar 8.	<i>Lay Out</i> Titik Pengukuran di Area <i>Compressor House</i> Amoniak lt.2 Kaltim-1....	27
Gambar 9.	<i>Lay Out</i> Titik Pengukuran di Area <i>Compressor House</i> Amoniak lt.1 Kaltim-2....	28
Gambar 10.	<i>Lay Out</i> Titik Pengukuran Di Area <i>Compressor House</i> Amoniak lt.2 Kaltim-2....	29
Gambar 11.	<i>Lay Out</i> Titik Pengukuran Di Area <i>Compressor House</i> Amoniak lt.1 Kaltim-3....	30
Gambar 12.	<i>Lay Out</i> Titik Pengukuran Di Area <i>Compressor House</i> Amoniak lt.2 Kaltim-3....	31
Gambar 13.	<i>Lay Out</i> Titik Pengukuran Di Area <i>Compressor House</i> Amoniak lt.1 Kaltim-4....	32
Gambar 14.	<i>Lay Out</i> Titik Pengukuran Di Area <i>Compressor House</i> Amoniak lt.2 Kaltim-4....	33
Gambar 15.	Kontur Kebisingan <i>Compressor House</i> Lantai 1 Kaltim-1.....	37
Gambar 16.	Kontur Kebisingan <i>Compressor House</i> Lantai 2 Kaltim-1.....	38
Gambar 17.	Kontur Kebisingan Pabrik Kaltim-1.....	39
Gambar 18.	Kontur Kebisingan <i>Compressor House</i> Lantai 1 Kaltim-2.....	41
Gambar 19.	Kontur Kebisingan <i>Compressor House</i> Lantai 2 Kaltim-2	42
Gambar 20.	Kontur Kebisingan Pabrik Kaltim-2.....	43
Gambar 21.	Kontur Kebisingan <i>Compressor House</i> Lantai 1 kaltim-3.....	45
Gambar 22.	Kontur Kebisingan <i>Compressor House</i> Lantai 2 kaltim-3.....	46
Gambar 23.	Kontur Kebisingan Pabrik Kaltim-3.....	47
Gambar 24.	Kontur Kebisingan <i>Compressor House</i> Lantai 1 kaltim-4.....	49
Gambar 25.	Kontur Kebisingan <i>Compressor House</i> Lantai 2 kaltim-4.....	50
Gambar 26.	Kontur Kebisingan Pabrik Kaltim-4.....	51
Gambar 27.	Tingkat Bising <i>Compressor House</i> Amonia Kaltim-1.....	53
Gambar 28.	Tingkat Bising <i>Compressor House</i> Amonia Kaltim-2.....	54
Gambar 29.	Tingkat Bising <i>Compressor House</i> Amonia Kaltim-3.....	55
Gambar 30.	Tingkat Bising <i>Compressor House</i> Amonia Kaltim-4.....	56
Gambar 31.	Pengukuran Kebisingan <i>Compressor House</i> Kaltim 1 Lantai 2.....	70
Gambar 32.	Pengukuran Kebisingan <i>Compressor House</i> Kaltim 2 Lantai 2.....	70
Gambar 33.	Pengukuran Kebisingan <i>Compressor House</i> Kaltim 3 Lantai 1.....	71
Gambar 34.	Pengukuran Kebisingan <i>Compressor House</i> Kaltim 4 Lantai 1.....	71
Gambar 35.	Sound Level Meter Yang Digunakan Pengukuran Kebisingan.....	72

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Lay Out <i>Compressor House</i> 65
Lampiran 2	Hasil Perhitungan Kebisingan <i>Compressor House</i> Amonia Kaltim -1 66
Lampiran 3.	Hasil Perhitungan Kebisingan <i>Compressor House</i> Amonia Kaltim -2 67
Lampiran 4.	Hasil Perhitungan Kebisingan <i>Compressor House</i> Amonia Kaltim -3 68
Lampiran 5.	Hasil Perhitungan Kebisingan <i>Compressor House</i> Amonia Kaltim -4 69
Lampiran 6	KEPMENAKER No. 51 Tahun 1999 86
Lampiran 7	KEPMEN LH No. 48 Tahun 1996 94
Lampiran 8	<i>Equipment Noise Data for Compressor</i> 104
Lampiran 9	Sertifikasi Kalibrasi 109

**ANALISIS KEBISINGAN PERALATAN PABRIK
DALAM UPAYA PENINGKATAN PENAATAN PERATURAN
KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA PT. PUPUK KALTIM**

Oleh :

Agus Jaya Saputra

ABSTRAK

Proses produksi Amoniak dan Urea dalam operasionalnya menggunakan peralatan-peralatan produksi seperti turbin, *compressor*, *condenser*, pompa, *drum* yang berpotensi menimbulkan kebisingan. Kebisingan adalah suara yang tidak dikehendaki dalam ruang dan waktu yang memberikan gangguan yang berpotensi mempengaruhi kenyamanan dan kesehatan manusia. Petugas yang mengoperasikan peralatan merupakan komponen lingkungan yang terkena pengaruh langsung akibat adanya peningkatan kebisingan, Disinyalir banyak karyawan perusahaan yang mengalami gangguan pendengaran ketika bekerja di unit-unit tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kebisingan di unit kerja tersebut serta mengevaluasi tingkat ketaatan karyawan menggunakan alat pelindung diri (APD).

Penelitian dilakukan dengan melakukan pengukuran langsung terhadap sumber kebisingan selama 3 shift (dalam tingkat bising ekuivalen 24 jam, Lek), menggunakan Rion Sound Levelmeter. Pengukuran dilakukan pada jarak sekitar 1 m dari sumber kebisingan pada berbagai posisi dan dilakukan secara manual setiap 5 menit dengan interval waktu ukur 5 detik, pada kapasitas operasi maksimum. Selain itu dilakukan pula observasi kepada karyawan terkait dengan ketaatannya menggunakan APD, serta melakukan analisis data rekam medik para karyawan yang pernah bekerja di unit tersebut.

Hasil kajian memperlihatkan bahwa tingkat kebisingan rerata yang ditimbulkan oleh peralatan di area *compressor house* pabrik Kaltim-1 (98,8 dBA), Kaltim-2 (98,7 dBA), Kaltim-3 (96,8 dBA), Kaltim-4 (92,1dBA) . Semua sumber kebisingan telah melampaui nilai ambang menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor 51 Tahun 1999 tentang Nilai Ambang Batas Kebisingan, yaitu lebih dari 85 dBA selama 8 jam per hari atau 40 jam per minggu, serta melebihi spesifikasi desain awal masing-masing alat sebesar 13,4 dB (Kaltim-3), sebesar 10,7 dB (Kaltim-2) sebesar 8,8 dB (Kaltim-1) serta 2,4 dB (Kaltim-4).

Fraksi kumulatif kebisingan terhadap karyawan di setiap area pada masing-masing sumber bising pabrik Kaltim-1, Kaltim-2, Kaltim-3, melebihi nilai 1, sedang Kaltim-4 masih dibawah 1.

Hasil observasi terhadap karyawan, terlihat bahwa karyawan yang tidak menggunakan APD *ear muff* di Kaltim 1,2 dan 3 (tingkat diatas 95 dBA) sebanyak 68%. Hal ini disebabkan karena beberapa alasan yaitu tidak nyaman digunakan, mengganggu komunikasi 2 arah serta lemahnya pengawasan serta tidak adanya sanksi yang tegas dari pihak manajemen.

Diperlukan pengaturan waktu pengisian log sheet, sanksi yang tegas dari pihak manajemen terkait, bila menemukan pelanggaran penggunaan APD, serta mempermudah sistim birokrasi dalam pengambilan Alat Pelindung Diri (APD) khususnya *ear muff* dan *ear plug*. Secara periodik perlu dilakukan evaluasi dan sosialisasi tentang penggunaan alat pelindung diri seperti *ear muff* dan *ear plug*

Kata kunci : tingkat kebisingan, fraksi kumulatif kebisingan, pentaatan

**EQUIPMENTS NOISE ANALYSIS of MILL IN THE EFFORT OBEDIENT
IMPROVEMENT of REGULATION SAFETY AND WORK HEALTH
PT. PUPUK KALTIM**

By :

Agus Jaya Saputra

ABSTRACT

Production Process of Ammonia and Urea in the operational using equipments of produce of like turbine, compressor, condenser, pump, shell having potency generates noise. Noise was voiced which is not desired in space and time giving trouble having potency influences comfort and man health. Officer operating equipments is area component hit by direct influence as result of existence of improvement of noise, anticipated many company employees experiencing hearing trouble when working in the units. This research aim to evaluate noise in the work unit and evaluates level of adherence of employee applies x'self protective device

Research is done by doing direct gauging to source of noise during 3 shift (in level of noise ekivalen 24 hours, Lek), applies Rion Sound Level Meter manual type NA-20. Gauging done at distance around 1 m from source of noise at various positions and done in manual every 5 minutes with measure time interval 5 seconds, at operation capacities of maximum. Besides done also observation to employee related to the adherence using X'self Protective Device, and does medical record data analysis the employees who worked in the unit.

Result of study shows that level of noise of average generated by equipments in area compressor house mill Kaltim-1 (98,8 dBA), Kaltim-2 (98,6 dBA), Kaltim-3 (96,8 dBA), Kaltim-4 (92,1 dBA). All source of noises has gone beyond threshold value according to Number Decree of The Minister of Manpower 51 The year 1999 about Noise Ridge Threshold Value, that is more than 85 dBA during 8 hours per day or 40 hours per week, and exceeds initial design specification each device 13,4 decibels (Kaltim-3), 10,7 decibels (Kaltim-2), 8,8 decibels (Kaltim-1) and 2,4 decibels (Kaltim-4).

Cumulative diffraction of noise to employee in every area at each source of mill noise Kaltim-1, Kaltim-2, Kaltim-3, exceeds value 1, medium of Kaltim-4 still under 1.

Result of observation to employee, seen that employee which is not applies X'self Protective Device ear muff in Kaltim 1,2 and 3 (floor to 95 dBA) counted 68%. This thing is caused by some reasons that is not balmy is applied, bothers communications 2 directions and the light supervision and inexistence of assertive dubious from the side of management.

Required impregnation timing of logarithm sheet, assertive sanction from the side of related management, if finding usage collision of X'self Protective Device, and waters down bureaucracy systems in retrieval of X'self Protective Device, especially ear muff and ear plug. Periodical need to be done evaluation and socialization about usage of x'self protective device like ear muff and ear plug

Keyword : level of noise, cumulative diffraction of noise, meekly

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT. Pupuk Kaltim. merupakan perusahaan penghasil pupuk yang berdiri sejak tahun 1977, saat ini memiliki 4 unit pabrik Amoniak dan 5 unit pabrik Urea. Total kapasitas produksi per tahun pabrik Ammonia sebesar 1,8 juta ton dan pabrik Urea sebesar 3 juta ton. Dalam operasional pabrik yang memproduksi Ammonia dan Urea tersebut memerlukan peralatan-peralatan produksi yang menimbulkan kebisingan (PKT, 2002).

Menurut Sasongko, dkk (2000), kebisingan merupakan 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. Oleh sebab itu diperlukan upaya pengendalian bising di lingkungan pabrik yang mencakup pengendalian untuk karyawan dan juga untuk lingkungan sekitar pabrik.

Risiko kerusakan pendengaran (*Damage Risk on Hearing*) pada karyawan dapat disebabkan oleh paparan bising karena tingkat bising yang tinggi atau waktu kumulatif paparan yang berlebihan. Karyawan industri sangat rentan terhadap kerusakan pendengaran dalam bentuk pergeseran ambang dengar temporal (*Temporary Threshold Shift-TTS*) atau permanen (*Permanent Threshold Shift-PTS*). Kerusakan pendengaran ditandai dengan meningkatnya ambang dengar (*Threshold of Hearing*) atau menurunnya sensitivitas dengar (*Hearing Sensitivity*) secara temporer atau permanen (Quadrant Utama, 2002).

Kebisingan bisa mengganggu percakapan sehingga mempengaruhi komunikasi yang sedang berlangsung, selain itu dapat menimbulkan gangguan psikologis seperti kejengkelan, kecemasan, dan ketakutan. Gangguan psikologis akibat kebisingan tergantung pada intensitas, frekuensi, perioda, saat dan lama kejadian, kompleksitas spektrum / kegaduhan

dan ketidakteraturan kebisingan. Kebisingan dapat menimbulkan gangguan terhadap pekerjaan yang sedang dilakukan seseorang melalui gangguan psikologi dan gangguan konsentrasi sehingga menurunkan produktivitas kerja (Sasongko dkk., 2000).

Kebisingan berpotensi untuk mengganggu kesehatan manusia apabila manusia terpapar aras suara dalam suatu periode yang lama dan terus-menerus, yang suatu saat akan melewati suatu batas di mana paparan kebisingan tersebut akan menyebabkan hilangnya pendengaran seseorang (Sasongko dkk, 2000).

Selain bisa menimbulkan Tinnitus, ketulian sementara, dan ketulian permanen, kebisingan juga bisa menimbulkan gangguan komunikasi, efek pada pekerjaan, dan reaksi masyarakat (Annie, Yusuf, 2000).

Upaya pengendalian kebisingan dapat melibatkan tiga elemen yaitu sumber kebisingan, lintasan rambatan kebisingan dan penerima kebisingan, ketiga ini saling berkaitan sehingga pengetahuan akan ketiga elemen ini sangat diperlukan sebelum mencoba menyelesaikan masalah kebisingan (www.pemda-diy.go.id/berita/article).

Dalam upaya pengendalian kebisingan di lingkungan pabrik agar lebih efektif, maka perlu dilakukan identifikasi masalah kebisingan di pabrik, dan menentukan tingkat kebisingan yang diterima oleh karyawan. Data yang diperoleh dapat dipakai sebagai bahan analisis hal-hal yang berkaitan dengan upaya mengurangi kebisingan secara teknis di sumber suara adalah cara yang paling efektif untuk mengurangi tingkat kebisingan.

Selain itu juga pengendalian kebisingan dapat ditempuh secara administratif dengan cara mengatur pola kerja. Upaya terakhir dengan penggunaan alat pelindung diri untuk mengurangi kebisingan seperti penyumbat telinga dan pelindung telinga (*Environmental Pollution Control Center, Osaka Prefecture Japan, 2004*).

Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor : KEP-51/MEN/1999, tentang Nilai Ambang Batas (NAB) kebisingan di tempat kerja, ditetapkan sebesar 85 dBA. Nilai ambang batas kebisingan di tempat kerja adalah intensitas tertinggi dan merupakan nilai rata-rata yang masih dapat diterima

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 (lihat tabel 1).

Standar yang digunakan oleh PT. Pupuk Kaltim untuk pemantauan kebisingan lingkungan kerja mengacu kepada Keputusan Menteri Tenaga Kerja No.51/MEN/1999

Tabel 1. Kebisingan Menurut Kepmen No. 51/ MEN/1999

Lama Kebisingan yang diperbolehkan/ hari (Jam)	Maksimum, dBA
8	85
4	88
2	91
1	94
0.5	97
0.25	100

Kegiatan operasional pabrik-pabrik PT. Pupuk Kaltim yang menggunakan peralatan-peralatan seperti turbin dan *compressor* serta pengaliran fluida dalam pipa-pipa, *valve*, *gas exhaust* merupakan sumber kebisingan, sampai 90 dBA. Peralatan-peralatan tersebut dalam kegiatan produksi diasumsikan sebagai sumber bising (PKT-UNDIP, 2004).

1.2. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya yaitu operasional pabrik PT. Pupuk Kaltim yang menggunakan peralatan operasi yang dalam kegiatan produksi semuanya menimbulkan kebisingan. Kebisingan berpotensi mempengaruhi kenyamanan dan kesehatan operator yang bekerja di dalam lingkungan pabrik. Gangguan yang tidak dicegah maupun diatasi bisa menimbulkan kecelakaan, baik pada pekerja maupun orang di sekitarnya.

Upaya pengendalian kebisingan meliputi identifikasi masalah kebisingan di pabrik dan menentukan tingkat kebisingan yang diterima oleh karyawan, sehingga rumusan masalah dalam penelitian ini adalah diperlukan pemetaan kontur kebisingan pada sumber bising tidak bergerak (peralatan) sebagai bagian dari upaya pencegahan, perlindungan dan melakukan sosialisasi peraturan penggunaan alat pelindung diri.

1.3. Tujuan penelitian

- a. Mengukur kebisingan pada sumber bising dan membuat peta kontur kebisingan di daerah *Compressor House* sebagai bahan evaluasi pengendalian kebisingan.
- b. Mengevaluasi tingkat bising yang ditimbulkan kegiatan operasional pabrik.
- c. Mengevaluasi kegiatan pengendalian kebisingan dan penaatan peraturan penggunaan Alat Pelindung Diri di lingkungan kerja dengan kebisingan tinggi.

1.4. Manfaat Penelitian

- a. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran tentang perubahan tingkat kebisingan pengoperasian peralatan *compressor, turbine gas*, yang telah berumur lebih dari 10 tahun, sehingga dapat digunakan sebagai benchmarking.
- b. Hasil kajian dapat digunakan sebagai acuan bagi perusahaan untuk melakukan perbaikan pada sistem operasional maupun manajemen.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

2.1.1. Aspek Fisis Kebisingan

Kebisingan adalah bunyi yang tidak di inginkan karena tidak sesuai dengan konteks ruang dan waktu sehingga dapat menimbulkan gangguan terhadap kenyamanan dan kesehatan manusia.

Bunyi yang menimbulkan kebisingan disebabkan oleh sumber suara yang bergetar. Getaran sumber suara ini mengganggu keseimbangan molekul-molekul udara di sekitarnya sehingga molekul-molekul udara ikut bergetar. Getaran sumber ini menyebabkan terjadinya gelombang rambat energi mekanis dalam medium udara menurut pola rambat longitudinal. Rambatan gelombang di udara ini dikenal sebagai suara atau bunyi (Sasongko dkk., 2000).

Laju rambat gelombang suara di udara sangat bergantung terhadap suhu sekitarnya. Pada suhu 20°C laju rambat suara sekitar 344 m/dt. Setiap kenaikan 10°C maka laju rambat suara di udara bertambah sekitar 0,61 m/dt. Dalam pengendalian kebisingan diasumsikan bahwa laju rambat suara di udara tidak bergantung pada frekuensi dan kelembaban udara (Sasongko dkk., 2000).

Suara yang merambat melalui medium udara berlangsung melalui pola mampatan-regangan molekul udara yang dilalui. Banyaknya mampatan regangan yang terjadi dalam suatu interval waktu tertentu disebut frekuensi suara. Satuannya dinyatakan dalam hertz (Hz) jika interval waktu kejadian dinyatakan dalam detik (Sasongko dkk., 2000).

Pada umumnya dalam dunia industri, sumber bunyi merupakan gabungan dari beberapa komponen sumber suara, yaitu antara lain (Quadrant Utama, 2002) :

- a. *Fluid turbulence*, bising yang terbentuk oleh getaran yang diakibatkan benturan antar partikel dalam fluida, misalnya terjadi pada pipa, *valve*, *gas exhaust*.

- b. *Moving and vibration part*, bising terjadi oleh getaran yang disebabkan oleh gesekan, benturan atau ketidakseimbangan gerakan bagian. mesin / peralatan seperti *bearing* pada kompresor, turbin, pompa, blower .
- c. *Temperature Difference*, bising yang terbentuk oleh pemuaian dan penyusutan fluida, misalnya terjadi pada mesin jet pesawat.
- d. *Electrical equipment*, bising yang disebabkan efek perubahan fluks elektromagnetik pada bagian inti yang terbuat dari logam, misalnya generator, motor listrik, *transformator*

Kebisingan merupakan suara yang tidak diinginkan yang bersumber dari alat produksi dan atau alat yang pada tingkat tertentu akan menimbulkan gangguan pendengaran. Kebisingan (*Noise*) dapat juga diartikan sebagai sebuah bentuk getaran yang dapat berpindah melalui medium padat, cair dan gas. (Harris, 1991).

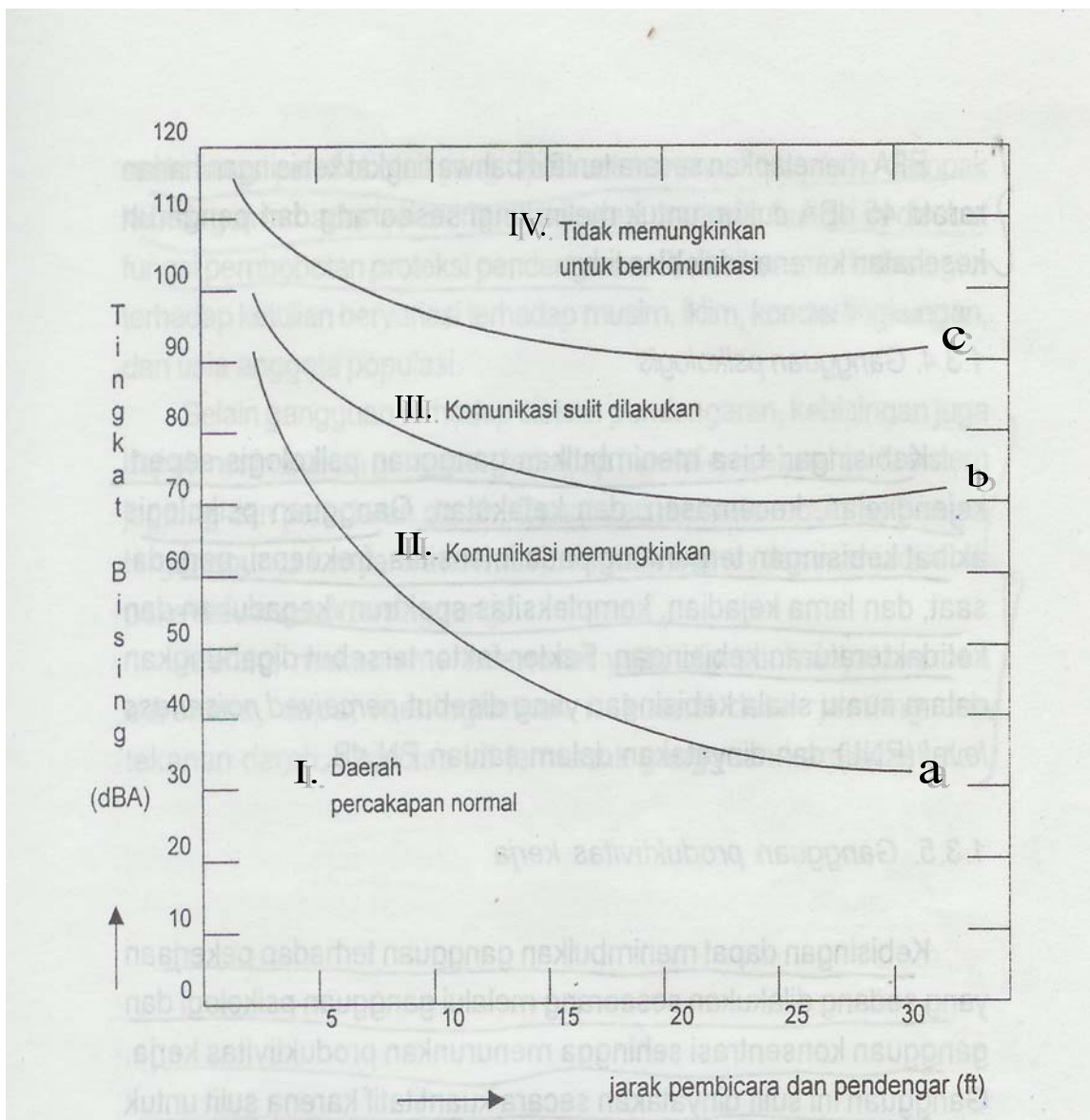
Kebisingan adalah produk samping yang tidak diinginkan dari sebuah lingkungan perindustrian yang tidak hanya mempengaruhi operator mesin dan kendaraan, tetapi juga penghuni lain tempat dalam gedung tempat mesin tersebut beroperasi, para penumpang dalam kendaraan dan terutama komunitas tempat mesin, pabrik, dan kendaraan tersebut dioperasikan.

Peningkatan tingkat kebisingan yang terus-menerus dari berbagai aktivitas manusia pada lingkungan industri dapat berujung kepada gangguan kebisingan. Efek yang ditimbulkan kebisingan adalah (Sasongko dkk., 2000) :

1. Efek psikologis pada manusia (kebisingan dapat membuat kaget, mengganggu, mengacaukan konsentrasi);
2. Menginterferensi komunikasi dalam percakapan dan lebih jauh lagi akan menginterferensi hasil pekerjaan dan keselamatan bekerja.
3. Efek fisis (kebisingan dapat mengakibatkan penurunan kemampuan pendengaran dan rasa sakit pada tingkat yang sangat tinggi)

Kebisingan di lingkungan kerja PT. Pupuk Kaltim disebabkan oleh peralatan - peralatan pabrik yang hampir seluruhnya merupakan kebisingan kontinu dengan intensitas yang berbeda. Intensitas bising tersebut dibagi menjadi 3 kelas yaitu:

- Bising < 85 dBA
- Bising 85-95 dBA
- Bising > 95 dBA



Gambar 1. Tingkat kebisingan yang menyebabkan gangguan percakapan di luar Ruangan (Sasongko dkk, 2000)

Ulasan gambar :

Dari gambar 1 dapat dilihat bahwa :

- I. Batas daerah dimana percakapan normal dilakukan.
- II. Batas komunikasi masih memungkinkan.
- III. Batas komunikasi sulit untuk dilakukan.
- IV. Batas tidak memungkinkan untuk melakukan komunikasi.

2.1.2. Tekanan dan Daya Suara

Respon suara di udara akan menimbulkan gangguan terhadap kondisi keseimbangan tekanan udara (tekanan atmosfer). Besarnya gangguan ini dinyatakan dalam besaran fisis tekanan suara (*sound pressure*). Satuan tekanan suara dalam sistim Satuan Internasional (SI) dinyatakan dalam *pascal* (Pa) atau N/m^2 . Tekanan suara ini dapat dirumuskan menurut persamaan:

$$P(t) = P_a + p(t) \quad \dots\dots\dots(1)$$

dengan :

$P(t)$: tekanan suara (Pa)

P_a : tekanan atmosfer udara ($1,01 \times 10^5$ Pa)

$p(t)$: gangguan tekanan suara (Pa)

Respons telinga manusia terhadap tekanan suara memiliki jangkauan yang sangat lebar, yaitu antara 2×10^{-5} Pa sampai 200 Pa. Pada frekuensi 1.000 Hz, tekanan suara terkecil yang masih dapat didengar oleh telinga manusia adalah sekitar 2×10^{-5} Pa (kondisi tekanan suara ini disebut ambang pendengaran) dan tekanan suara terbesar yang masih dapat didengar telinga manusia tanpa menimbulkan rasa sakit adalah sekitar 200 Pa (kondisi tekanan suara ini disebut ambang rasa sakit).

2.1.3. Satuan Tingkat Kebisingan

Satuan tekanan suara sebagai satuan tingkat kebisingan atau suara kurang praktis karena daerah pendengaran manusia memiliki jangkauan yang sangat lebar (2×10^{-5} Pa sampai 200 Pa) dan respon telinga manusia tidak linier terhadap tekanan suara, tetapi bersifat logaritmis. Berdasarkan alasan ini maka ukuran tingkat kebisingan biasanya dinyatakan dalam skala tingkat tekanan suara (*sound pressure level=SPL*) dengan satuan desibel (dB). Tingkat tekanan suara ini dirumuskan menurut persamaan :

$$\begin{aligned} \text{SPL} &= 10 \log (P/P_0)^2 \\ &= 20 \log (P/P_0) \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(2)$$

dengan :

SPL : tingkat tekanan suara (dB)

P : tekanan suara (Pa)

p_0 : tekanan suara ambang dengar acuan (2×10^{-5} Pa)

Sistim satuan yang lain adalah *Sound power level* (tingkat daya suara), menyatakan satuan daya suara dalam skala logaritmis, dirumuskan dengan persamaan :

$$L_w = 10 \log(W / W_0) \quad \dots\dots\dots(3)$$

dengan :

L : tingkat daya suara (dB)

W : daya suara (watt)

W_0 : daya suara acuan (10^{-12} watt)

2.1.4. Intensitas Suara

Intensitas suara didefinisikan sebagai laju aliran energi (daya) suara yang menembus satu luasan tertentu, dengan kata lain intensitas suara merupakan kerapatan energi suara per satuan luas:

$$I = W/S = W/4\pi r^2 \quad \dots\dots\dots(4)$$

dengan :

I : Intensitas suara (W/m^2)

W : daya suara (W)

S : luas permukaan yang ditembus suara (m^2)

r : jarak titik dari sumber suara (m)

Apabila dinyatakan dalam skala logaritmis, maka akan diperoleh skala daya intensitas suara yang dirumuskan dengan persamaan (Sasongko dkk., 2000) :

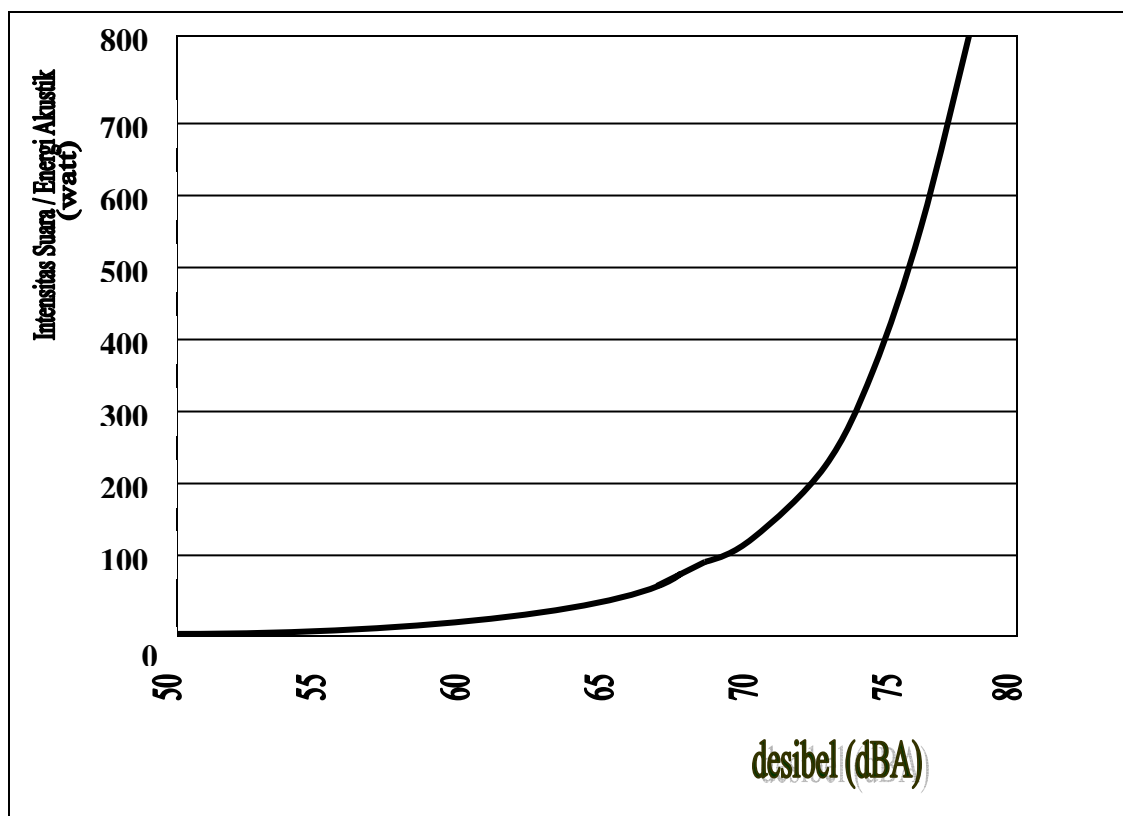
$$L_i = 10 \log(I / I_o) \quad \dots\dots\dots(5)$$

dengan :

L_i : tingkat intensitas suara (dB)

I : intensitas suara (W/m^2)

I_o : intensitas suara acuan ($10^{-12} \text{ W}/\text{m}^2$)



Gambar 2. Hubungan antara harga desibel (dBA) dengan harga energi akustik (Quadrant Utama, 2002).

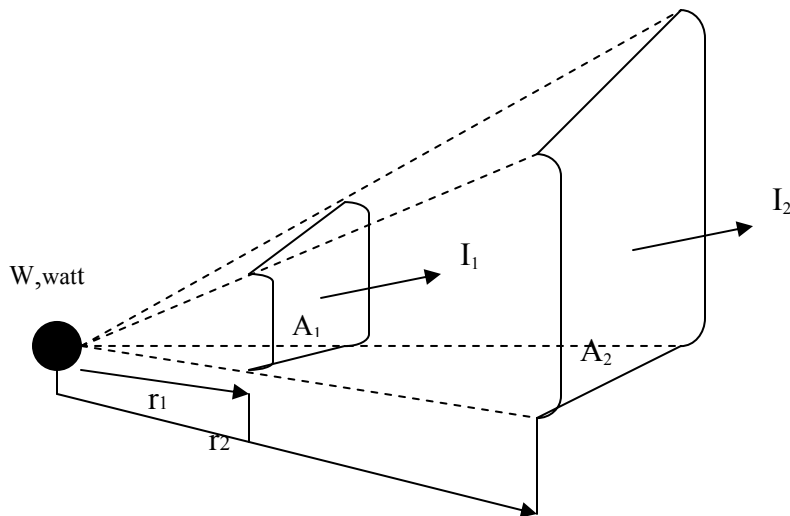
Ulasan gambar :

Berdasarkan gambar 2, perbedaan 5 dBA pada rentang nilai 75 dBA ke 80 dBA akan terasa lebih besar (keras) oleh telinga manusia dibandingkan dengan nilai selisih yang sama pada rentang 65 dBA ke 70 dBA.

Sumber suara (getaran) memancarkan energi ke arah yang menjauhi sumber tersebut. Daya akustik yang dimiliki oleh sumber tersebut dinyatakan dalam besaran watt. Jika sumber tersebut adalah sumber titik maka berarti sumber tersebut memancarkan energi suara yang sama ke segala arah, sehingga bidang propogasi gelombang suara yang terjadi adalah bidang bola, pada gambar berikut ini menunjukkan sebuah sumbar suara memiliki daya suara sebesar W , watt. Pada jarak r_1 dari sumber diperoleh I_1 untuk bidang propogasi seluas A_1 , sedangkan untuk jarak r_2 diperoleh intensitas I_2 untuk bidang propogasi A_2 intensitas berbanding terbalik dengan kuadrat jarak :

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2$$

Oleh karena intensitas di definisikan sebagian aliran daya per satuan unit luas (Quadrant Utama, 2002) :



Gambar 3. Bidang propogasi gelombang suara sebuah sumber titik.

2.1.5. Kontrol Kebisingan

Kontrol Kebisingan (*Noise Control*) mempunyai dua bagian yang sangat penting yaitu :

1. Menjaga keselamatan dan kesehatan pendengaran para pekerja
2. Mengurangi tingkat bising lingkungan (pabrik dan masyarakat sekitarnya)

Dalam segi keselamatan dan kesehatan pekerja maka program pemantauan Penurunan Kemampuan Pendengaran (*Hearing Loss*) atau Kerusakan Pendengaran (*Hearing Defect*) merupakan usaha yang kontinyu dan reguler harus dilakukan oleh divisi *Industrial Hygiene* melalui tes *Audiology* untuk setiap pekerja. Pada umumnya setiap pekerja harus memiliki catatan historis tentang tingkat pendengaran atau Ambang Dengar (*Threshold of Hearing*) selama bekerja (Quadrant Utama, 2002).

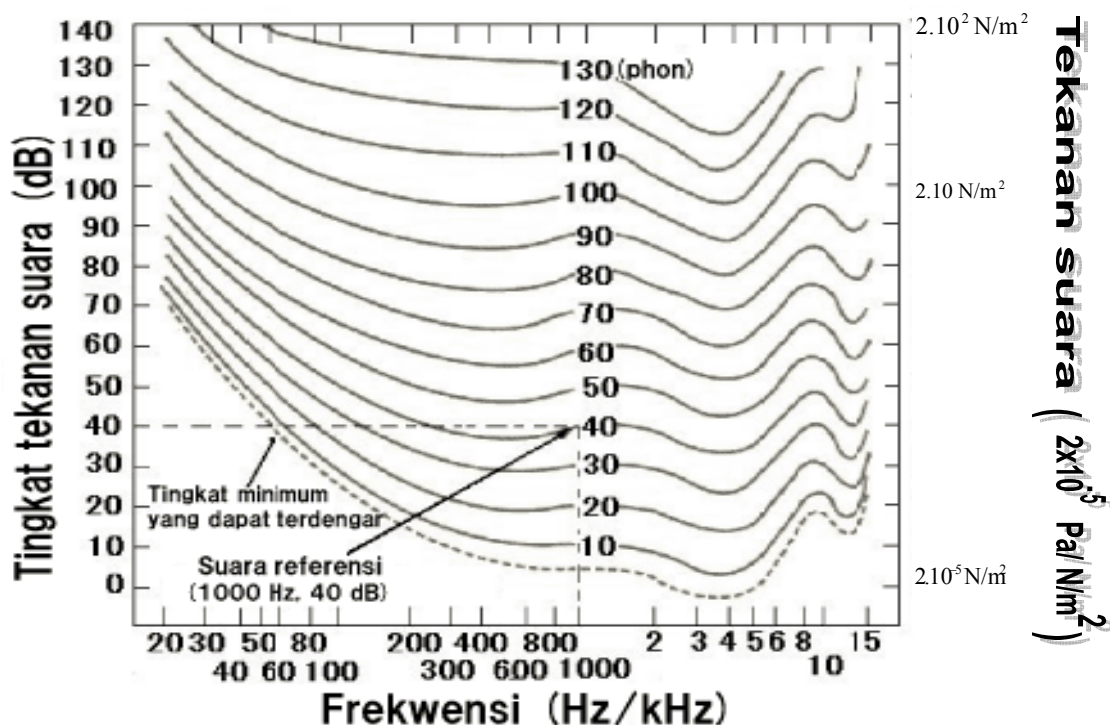
Kebisingan sebagai suara yang tidak dikehendaki harus dikendalikan agar tidak mengganggu kenyamanan dan kesehatan manusia. Tingkat kebisingan pada suatu titik yang berasosiasi dengan suatu peruntukan lingkungan yang tertentu disebut kebisingan ambien. Kontrol kebisingan dilakukan sebagai upaya pengendalian kebisingan ambien untuk lingkungan dengan peruntukan tertentu.

Secara umum kontrol kebisingan diklasifikasikan atas tiga katagori yaitu :

- Kontrol kebisingan pada sumber kebisingan
- Kontrol kebisingan pada lintasan (medium propogasi)
- Kontrol kebisingan pada penerima dengan alat proteksi kebisingan.

Ketiga kontrol di atas memerlukan metode kontrol berbeda (Sasongko dkk., 2000).

Sumber dan Kriteria Kebisingan



Gambar 4. Garis Bentuk Kenyaringan.

Keterangan Gambar :

Batas perbedaan suara yang bisa terdengar oleh rata-rata orang adalah 20 – 20.000 Hz, tetapi bisa terdengarnya tersebut tergantung pada frekwensi. *Hearing* psikiatris menghasilkan Garis bentuk Kenyaringan seperti yang tampak pada Gambar Kurva menggunakan 1000 Hz dan 40 dB sebagai referensi untuk suara murni dan mem-plot suara referensi ini dengan tingkat-tingkat yang bisa terdengar dari kenyaringan yang sama pada berbagai frekuensi. (*Environmental Pollution Control Center, Osaka Prefecture Japan, 2004*).

Telinga manusia sebagai suatu komponen penerima dalam pembangkitan suara, mempunyai karakteristik tertentu dalam memberikan respons terhadap *eksitasi* gelombang suara yang diterimanya. Tanggapan (*respons*) telinga terhadap suara terdiri dari tanggapan terhadap frekuensi, tanggapan terhadap intensitas suara yang sangat bervariasi seperti misalnya tanggapan obyektif dan tanggapan subyektif. Tanggapan obyektif dikaitkan dengan tanggapan manusia terhadap intensitas suara (umumnya untuk suara dengan intensitas suara yang cukup tinggi) dan tanggapan terhadap frekuensi.

Telinga tidak mempunyai tanggapan yang sama pada setiap frekuensi tengah untuk tekanan suara yang sama (Quadrant Utama, 2002).

Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup NOMOR:KEP-48/MENLH/11/1996, "Kebisingan di definisikan sebagai masuknya energi suara yang tidak dikehedaki dalam bentuk kebisingan ke dalam lingkungan sedemikian rupa sehingga mengganggu peruntukannya". Dari sudut pandang lingkungan maka kebisingan lingkungan termasuk kategori pencemaran karena dapat menimbulkan gangguan terhadap kenyamanan dan kesehatan manusia.

Pengaruh kebisingan terhadap manusia tergantung pada karakteristik fisis, waktu berlangsung dan waktu kejadiannya. Pendengaran manusia sebagai salah satu indra yang berhubungan dengan komunikasi (suara). Telinga berfungsi sebagai *fonoreseptor* yang mampu merespon suara pada kisaran antara 0 – 140 dBA. Frekuensi yang dapat direspon oleh telinga manusia antara 20 – 20.000 Hz, dan sangat sensitif pada frekuensi antara 1000 sampai 4000 Hz (Sasongko dkk., 2000)

Ambang batas keamanan yang direkomendasikan oleh *Occupational Safety and Health Administration (OSHA)* dan Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) dan mengacu pada Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. KEP-51/MEN/1999, tentang baku mutu tingkat kebisingan, yaitu intensitas bising rata-rata tidak lebih dari 85 dB selama 8 jam per hari atau 40 jam per minggu, serta getaran alat kerja yang kontak langsung maupun tidak langsung pada lengan dan tangan tenaga kerja ditetapkan sebesar 4 meter per detik kuadrat. (m/det^2)

Pengendalian Kebisingan

Upaya pengendalian kebisingan dilakukan melalui pengurangan dan pengendalian tingkat kebisingan sumber, pelemahan intensitas dengan memperhatikan faktor alamiah (jarak, sifat media, mekanisme rambatan dan vegetasi) serta upaya rekayasa (reduksi atau isolasi getaran sumber, pemasangan penghalang, desain struktur dan pemilihan bahan peredam). Secara teknis pengendalian kebisingan terbagi menjadi 3 aspek yaitu

pengendalian kebisingan pada sumber kebisingan, pengendalian kebisingan pada medium propogasi, dan pengendalian kebisingan pada manusia (Sasongko dkk., 2000).

Industri yang menimbulkan kebisingan harus memperhatikan kapan kebisingan terjadi pada tingkat tertinggi, siang atau malam. Juga bandingkan kebisingan lingkungan yang terjadi pada saat mesin dijalankan dan dimatikan. Kebisingan terjadi karena ada sumber bising, media pengantar (berbentuk materi atau udara), manusia yang terkena dampak. Pengendalian kebisingan dapat dilakukan terhadap salah satu bagian di atas atau ketiga-tiganya (Imansyah dan Achmad, 2006).

Pengaruh bising pada manusia mempunyai rentang yang cukup lebar, dari efek yang paling ringan (*dissatisfaction* = ketidak nyamanan) sampai yang berbahaya (*hearing damage* = kerusakan pendengaran) tergantung dari intensitas bising yang terjadi secara konseptual. Pengendalian bising bisa dilakukan pada 3 (tiga) sektor penting yaitu:

1. Pengendalian pada sumber bising, yaitu melakukan upaya agar tingkat bising yang dihasilkan oleh sumber dapat dikurangi atau dihilangkan sama sekali. Beberapa usaha yang sering dilakukan antara lain menciptakan mesin-mesin dengan tingkat bising yang rendah, menempatkan sumber bising jauh dari penerima (manusia atau daerah hunian), menutup sumber bising (*acoustic enclosure*).
2. Pengendalian pada medium, yaitu melakukan upaya penghalangan bising pada jejak atau jalur propogasinya. Dalam bagian ini dikenal 2 (dua) jalur propogasi bising yaitu propogasi melalui udara (*airbone noise*) dan melalui struktur bangunan (*structure borne noise*). Gejala yang terjadi pada *structure borne noise* lebih kompleks dibandingkan dengan *airbone noise* karena adanya gejala propogasi getaran selain suara. Beberapa usaha pengendalian bising pada jejak propogasi ini antara lain merancang penghalang akustik (*accoustic barrier*), dinding insulasi (*insulation walls*) atau memutus jalur getaran melalui struktur dengan memasang *vibration absorber*.

3. Pengendalian pada Penerima, yaitu melakukan upaya perlindungan pada pendengar (manusia) yang terkena paparan bising (*noise exposure*) dengan intensitas tinggi dan waktu yang cukup lama. Biasanya pengendalian bising ini diperlukan pada lingkungan industri atau pabrik bagi para pekerja yang berhadapan dengan mesin – mesin. Pengendalian bising disini dimaksudkan untuk melindungi para pekerja dari kemungkinan kerusakan pendengarannya sebagai akibat dari dosis bising (*noise dose*) yang diterimanya setiap hari kerja. Sesuai dengan peraturan Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Indonesia dipersyaratkan bahwa untuk tempat kerja dengan tingkat bising ≥ 85 dBA, maka pekerja diharuskan untuk memakai pelindung telinga (*ear protector*) seperti misalnya *ear plug*, *ear muff* atau kombinasi dari keduanya, selain mengatur waktu kerja untuk mengurangi dosis bising yang diterimanya setiap hari.

Pengendalian Bising di Industri (*Industrial Noise Control*), dilakukan untuk menanggulangi bising mesin-mesin dan usaha melindungi para pekerja dari efek buruk paparan bising dengan intensitas tinggi. Beberapa teknik pengendalian yang sering digunakan antara lain menutup sumber bising (*accoustic enclosure*, parsial atau *full*), Penghalang akustik (*accoustic barrier*), penahan bising (*noise shielding*), Peredam Bising (*noise lagging*) (Quadrant Utama, 2002).

Pembahasan Penelitian Terdahulu yang Relevan

Pemetaan Kebisingan Lingkungan di PT. Pupuk Kaltim yang dilakukan dengan Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) Lembaga Penelitian UNDIP, dan Penelitian Kebisingan oleh Joedi Hartono Program Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana UNDIP ”Analisa Kebisingan Peralatan di Area *Compressor House* Amonia Pabrik Kaltim-1, Kaltim-2, Kaltim-3, Kaltim-4” Mengukur kebisingan pada sumber bising dan membuat peta kontur kebisingan.

2.3. Originalitas Penelitian

Kegiatan yang dilakukan selama ini hanya pemantauan melalui pengukuran tingkat bising, sumber, dan tata letak di pabrik Kaltim-1, Kaltim-2, Kaltim-3, dan Kaltim-4. Tetapi belum pernah dilakukan evaluasi secara menyeluruh kegiatan pengendalian kebisingan dan penaatan peraturan penggunaan Alat Pelindung Diri di lingkungan pabrik PT. Pupuk Kaltim.

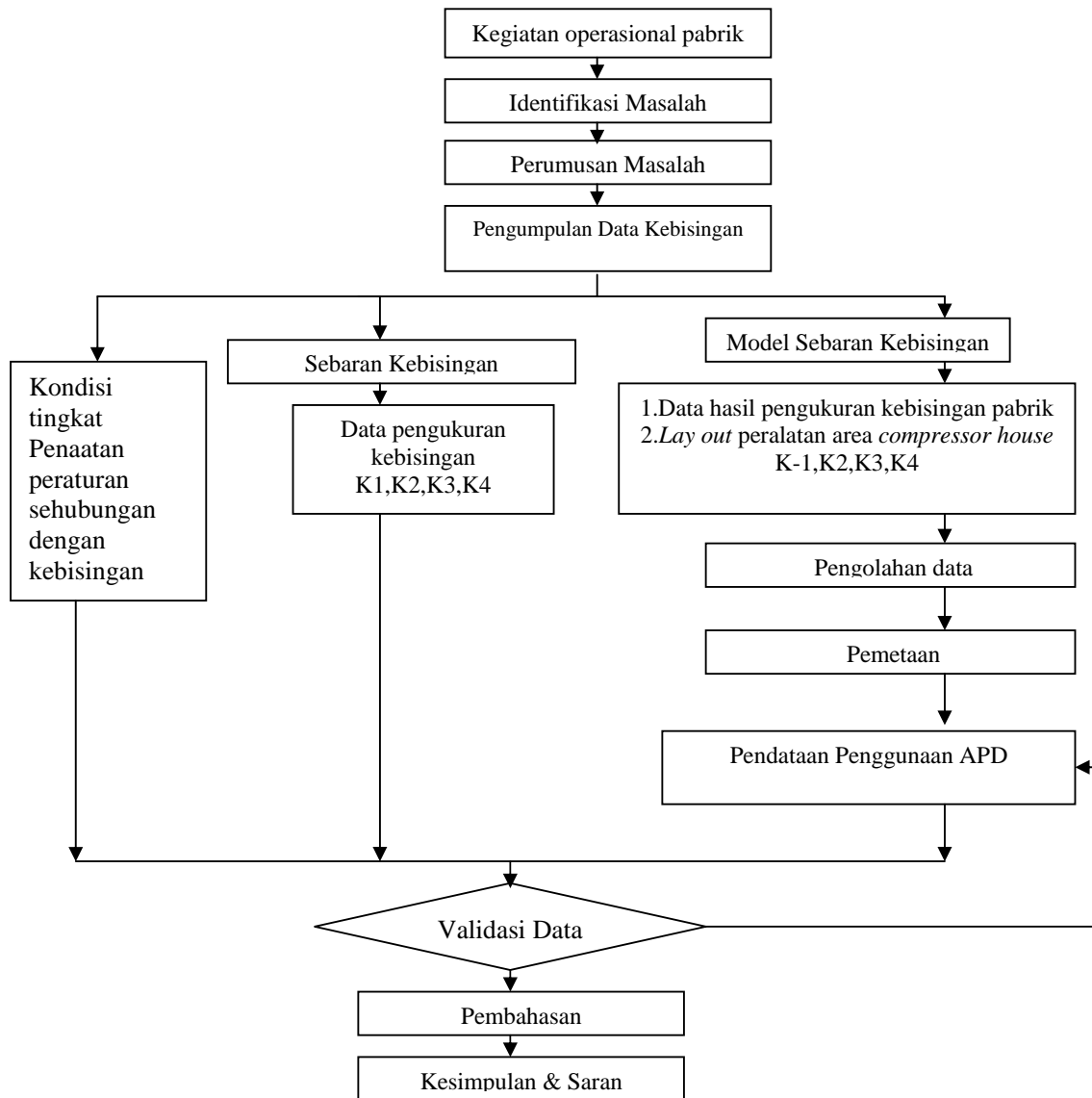
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian/Perspektif Pendekatan Penelitian

Sesuai gambar 6 yang disajikan pada diagram alir pemetaan. Rancangan pendekatan penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Dalam kegiatan industri kebisingan adalah produk samping yang tidak diinginkan, yang tidak hanya mempengaruhi Operator atau karyawan, peralatan pabrik, tetapi juga penghuni lainnya di dalam gedung di mana peralatan pabrik beroperasi sehingga diperlukan identifikasi sumber-sumber kebisingan.
- b. Kebisingan mempunyai potensi untuk menimbulkan gangguan kerja dan kesehatan kerja, sehingga perlu dilakukan pengukuran kebisingan di dalam pabrik.
- c. Telinga manusia memiliki struktur mekanik yang rumit dan kompleks dengan karakteristik yang unik. Telinga manusia berfungsi sebagai penerima dan penerus informasi dari sel-sel indera luar ke pusat indera. Telinga manusia mampu merespon suara dengan frekuensi antara 20 - 20.000 Hz dan tingkat kebisingan 0 – 140 dBA. Dalam bekerja, operator membutuhkan suasana yang tenang dan kondusif sampai dengan 85 dBA, sehingga diperlukan upaya pengendalian kebisingan untuk mengurangi tingkat bising.



Gambar 5. Diagram alir Penelitian Kebisingan

Perspektif pendekatan penelitian sebagai berikut :

- a. Kegiatan pabrik menimbulkan kebisingan akibat beroperasinya peralatan pabrik sehingga diperlukan kegiatan untuk mengidentifikasi sumber kebisingan.
- b. Pendengaran manusia sebagai salah satu indera yang berhubungan dengan komunikasi/suara. Karena manusia punya toleransi terhadap frekuensi yang dapat direspon antara 20 sampai 20.000 Hz dan tingkat kebisingan 0 - 140 dBA dan dalam bekerja membutuhkan suasana yang kondusif (sampai dengan 85 dBA) maka diperlukan upaya pengendalian kebisingan untuk mereduksi tingkat kebisingan (Sasongko dkk., 2000).
- c. Sesuai SK Direksi PT. Pupuk Kaltim No:06/DIR/V.98 tentang Peraturan Umum K3 termasuk kewajiban penggunaan Alat Pelindung Diri di dalamnya dan Prosedur Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) nomor dokumen PK-KKK-02 tentang Prosedur Mendapatkan Atau Penggantian Alat Pelindung Diri, bahwa setiap Karyawan / Orang yang bekerja di daerah pabrik wajib menggunakan Alat Pelindung Diri.

3.2 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup yang akan diteliti dibatasi sebagai berikut :

- a. Peralatan Pabrik sebagai sumber bising
- b. Tata letak peralatan yang dikaitkan dengan tingkat kebisingan.
- c. Penaatan peraturan penggunaan Alat Pelindung Diri di lingkungan kerja.

3.3. Lokasi Penelitian

Pemilihan lokasi penelitian adalah lingkungan pabrik PT. Pupuk Kaltim dengan fokus area *Compressor House* amonia Kaltim-1, Kaltim-2, Kaltim-3, dan Kaltim-4. Dengan alasan lokasi tersebut terdapat bererapa peralatan meliputi, *air compressor*, *syn gas compressor*, *refrigerant compressor* sebagai sumber kebisingan yang berada pada kegiatan produksi.

3.4. Variabel Penelitian

3.4.1. Klasifikasi Variabel

- Tingkat bising konstan ekivalen siang dan malam
- Fraksi Kumulatif Kebisingan

3.4.2. Definisi konseptual variabel

1. Tingkat bising konstan ekivalen siang malam

Pernyataan tingkat kebisingan konstan siang malam merupakan model tingkat kebisingan ekivalen yang digunakan untuk menyatakan tingkat energi rata-rata yang rumusannya merupakan rata-rata aritmatik dari logaritma setiap tingkat atau tingkat-tingkat kejadian tunggal kebisingan di dalam pabrik. Pengukurannya dilakukan dalam interval waktu 24 jam yang dibagi dalam interval waktu *shift* kerja pabrik yaitu :

- Shift* II (07.00 – 15.00) Wita
- Shift* III (15.00 – 23.00) Wita
- Shift* I (23.00 – 07.00) Wita

Model matematisnya disajikan menurut persamaan :

$$L_{ek} = 10 \log(f_1 \times 10^{0.1L_1} + f_2 \times 10^{0.1L_2} + f_3 \times 10^{0.1L_3}) \text{dBA} \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$L_{ek} = 10 \log\left(\left(\frac{8}{24}\right)10^{0.1L_1} + \left(\frac{8}{24}\right)10^{0.1L_2} + \left(\frac{8}{24}\right)10^{0.1L_3}\right) \text{dBA}$$

dengan :

L_{ek} adalah tingkat bising konstan ekivalen (dBA)

f_1, f_2, f_3 adalah fraksi waktu terjadinya tingkat kebisingan pada waktu *shift* pabrik ($f_1 = f_2 = f_3 = 8/24$)

L_1, L_2, L_3 adalah tingkat bising terhitung dalam interval waktu masing-masing *shift* pabrik.

2. Fraksi kumulatif kebisingan untuk menyatakan perbandingan jumlah waktu untuk kebisingan tertentu dengan lama waktu yang diijinkan untuk tingkat kebisingan tersebut (mengacu pada Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor Kep-51/MEN/1999).

$$F = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \quad \dots\dots\dots(6)$$

dengan :

F : fraksi kumulatif kebisingan

C_n : jumlah waktu untuk tingkat kebisingan tertentu (menit)

T_2 : lama waktu yang diijinkan untuk tingkat kebisingan tersebut (menit), mengacu Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor : KEP-51/MEN/1999.

3. Baku tingkat kebisingan untuk ditetapkan melalui Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor : KEP-51/MEN/1999 tanggal 16 April 1999. Baku tingkat kebisingan yang ditetapkan merupakan batas maksimal tingkat kebisingan, artinya jika ada baku tingkat kebisingan lebih longgar maka harus disesuaikan, sedangkan baku tingkat yang lebih ketat dinyatakan tetap berlaku.

3.4.3 Definisi Operasional

1. Tingkat bising konstan ekuivalen diukur dengan alat *sound level meter* selama 24 jam dan disajikan dalam satuan dBA.
2. Baku tingkat kebisingan untuk karyawan ditetapkan berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor : KEP-51/MEN/1999.

3.5. Jenis dan Sumber Data

Dalam penelitian ini jenis dan sumber data yang akan dipakai adalah :

a. Data Primer :

- Pengukuran tingkat bising konstan ekuivalen siang malam di lokasi unit *Compressor House* Pabrik Kaltim-1, Kaltim-2, Kaltim-3, Kaltim-4.

- Observasi dan pemetaan *lay out*/tata letak beberapa peralatan unit *compressor ammonia* Kaltim-1, Kaltim-2, Kaltim-3, Kaltim-4.

b. Data Sekunder :

- Dokumen *plot plant* yang terkait dengan tata letak pabrik
- Spesifikasi peralatan yang berkaitan dengan *noise*/bising
- Hasil pengukuran Kebisingan dari Biro K3LH PT. Pupuk Kaltim Area pabrik Kaltim-1, Kaltim-2, Kaltim-3 dan Kaltim-4
- Peraturan K3 terkait dengan penggunaan Alat Pelindung Diri.
- Data Karyawan yang menggunakan pelindung telinga daerah *Compressor House*
- Hasil audiometri karyawan produksi (pabrik).

3.6. Instrumen Penelitian

Dalam penelitian ini instrumen penelitian yang akan dipakai adalah :

- *Rion Sound Level Meter* manual *type* NA-20 yang mempunyai *range* pengukuran 30 – 130 dB untuk mengukur tingkat bising.
- *Software Microsoft Excell* untuk menghitung L_{eq} , *Software visio* untuk membuat *lay out* pabrik dan *software surfer 7.0* untuk membuat kontur kebisingan.

3.7. Teknik Pengumpulan Data

Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan dengan menggunakan alat *sound level meter* selama 5 (lima) menit setiap pengukuran. Pembacaan dilakukan setiap 5 (lima) detik. Waktu pengukuran dilakukan dalam interval 24 jam yang disesuaikan dengan *shift* karyawan pabrik yaitu :

Shift 1. 23.00 – 07.00 Wita

Shift 2. 07.00 – 15.00 Wita

Shift 3. 15.00 – 23.00 Wita

3.8. Teknik Analisis Data

Berdasarkan data yang diperoleh, dalam penelitian ini dilakukan analisis data :

- a. Pengukuran kebisingan, dilakukan 24 jam.
- b. Perhitungan tingkat bising konstan ekivalen (dBA)

$$L_{ek} = 10 \log \left(\sum_{i=1}^n f_i 10^{L_i/10} \right) \text{dBA}$$

- c. Fraksi kumulatif bising, dihitung menggunakan persamaan :

$$F = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \dots \dots \dots (6)$$

dengan :

C_n : Jumlah waktu untuk tingkat kebisingan tertentu (menit)

T_n : lama waktu yang diijinkan untuk tingkat kebisingan tersebut (menit), mengacu Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor : KEP-51/MEN/1999.

- d. Teknik analisa data evaluasi penataan menggunakan metode survei dan data cek kesehatan berkala karyawan PT. Pupuk Kaltim.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

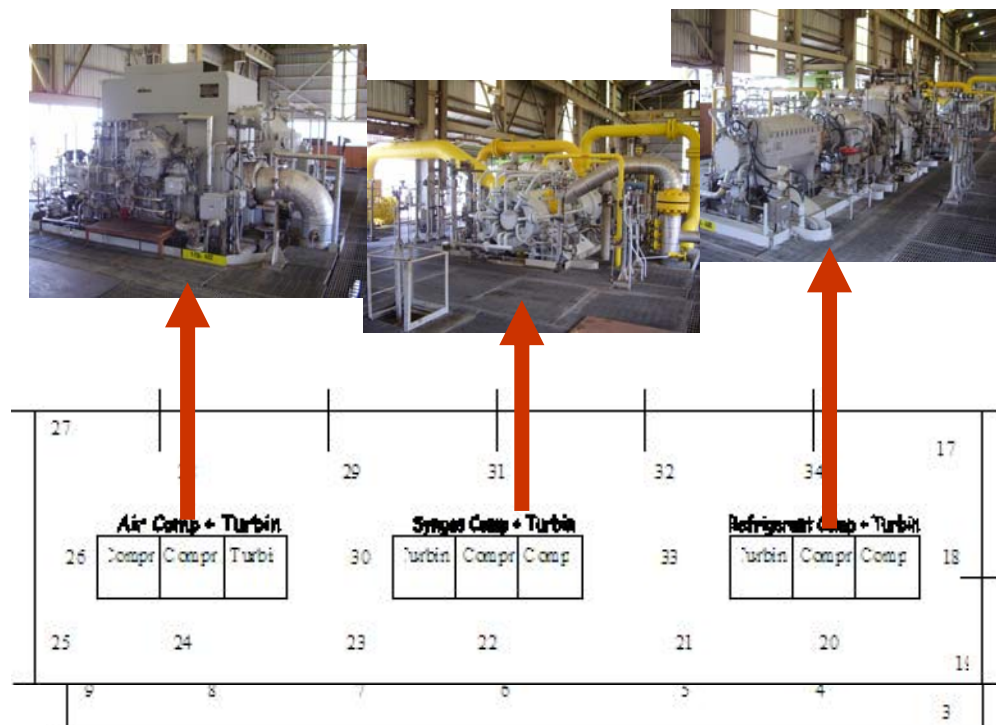
4.1 Sumber Kebisingan

Berdasarkan identifikasi kebisingan yang dilakukan, area *Compressor House* memiliki 2 lantai, lantai 2 terdapat *compressor*, turbin dan peralatan instrumentasi, sedangkan lantai 1 terdapat peralatan *separator*, *echanger*, pompa, *vessel* dan *piping system* sebagai sarana pendukung kerja *compressor* dan turbin.

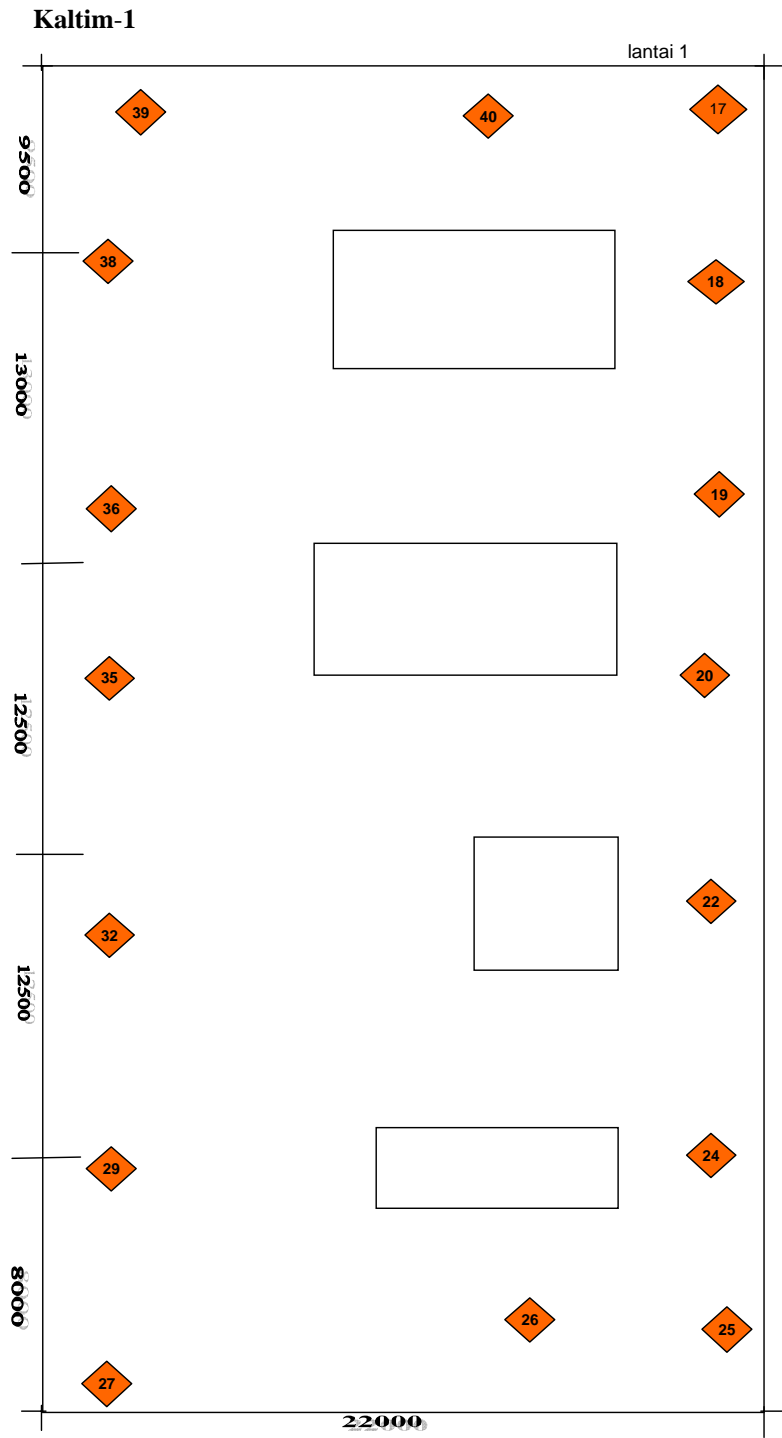
4.2 Hasil Penelitian

a. Peta titik ukur kebisingan

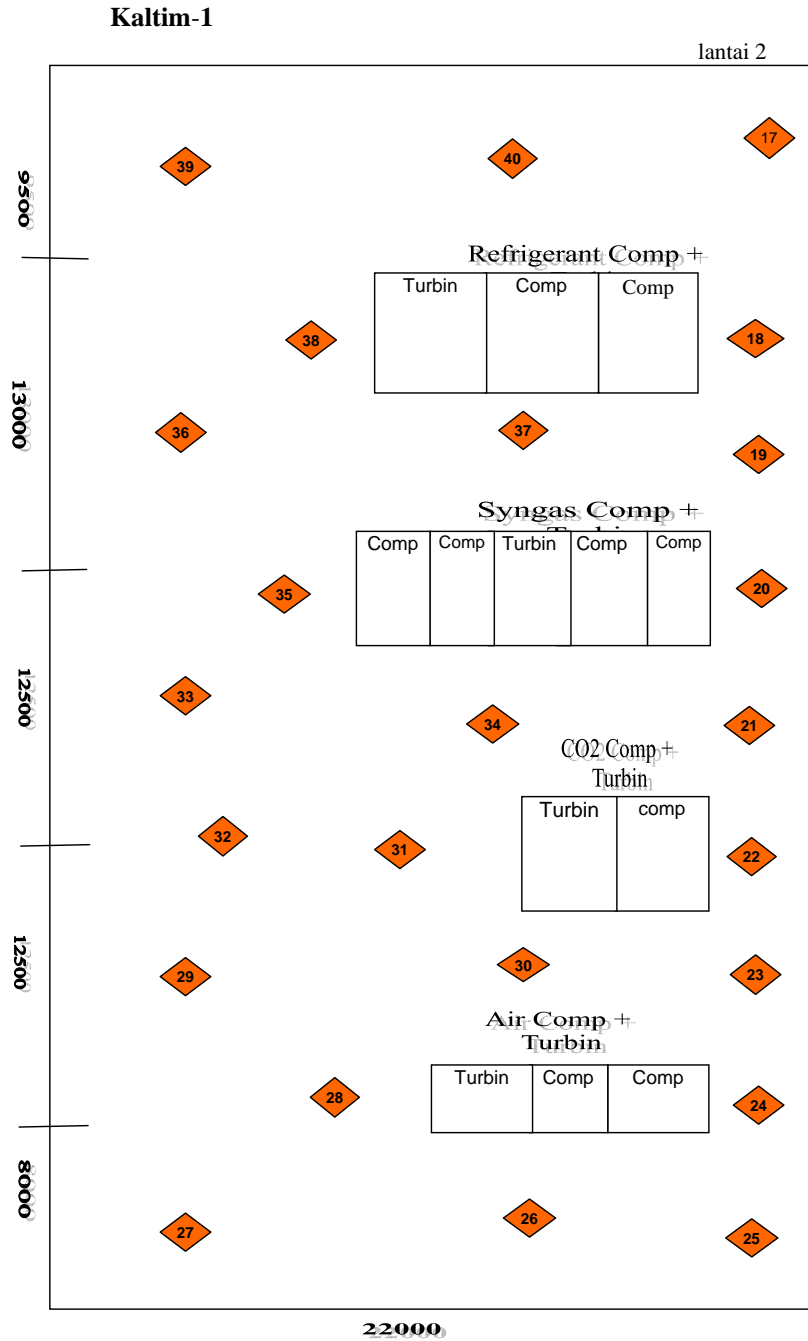
Peta kebisingan *Compressor House* amoniak Kaltim-1, Kaltim-2, Kaltim-3, Kaltim-4 disajikan dalam gambar sebagai berikut



Gambar 6. Titik Pengukuran Kebisingan.



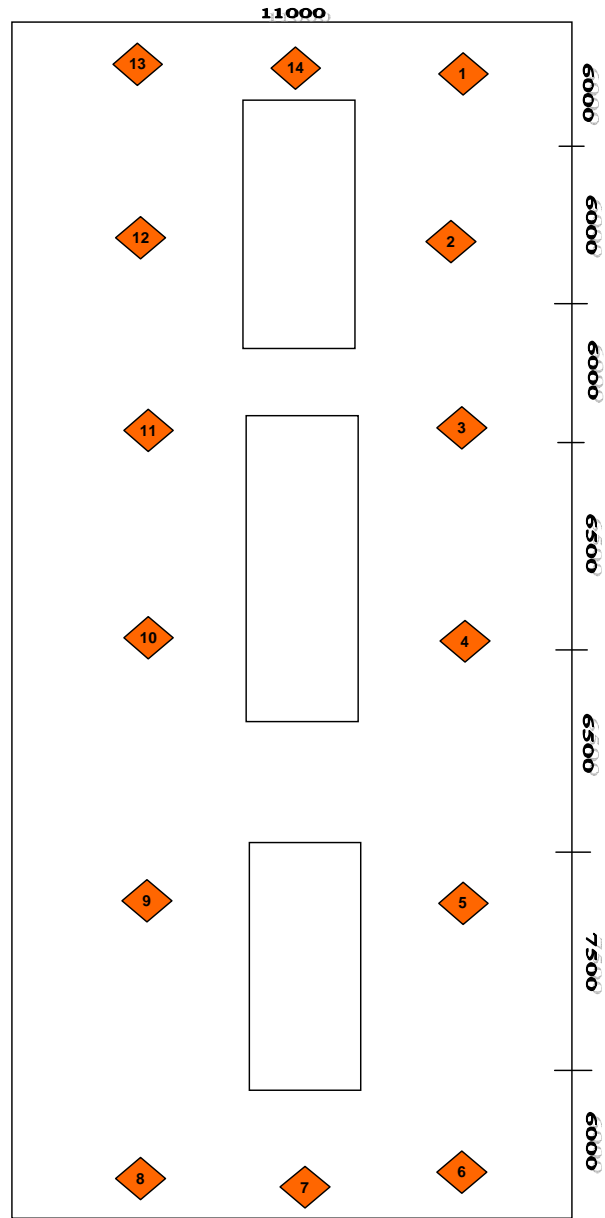
Gambar 7. Lay Out Titik Pengukuran di Area Compressor House Amoniak lantai 1 Kaltim-1



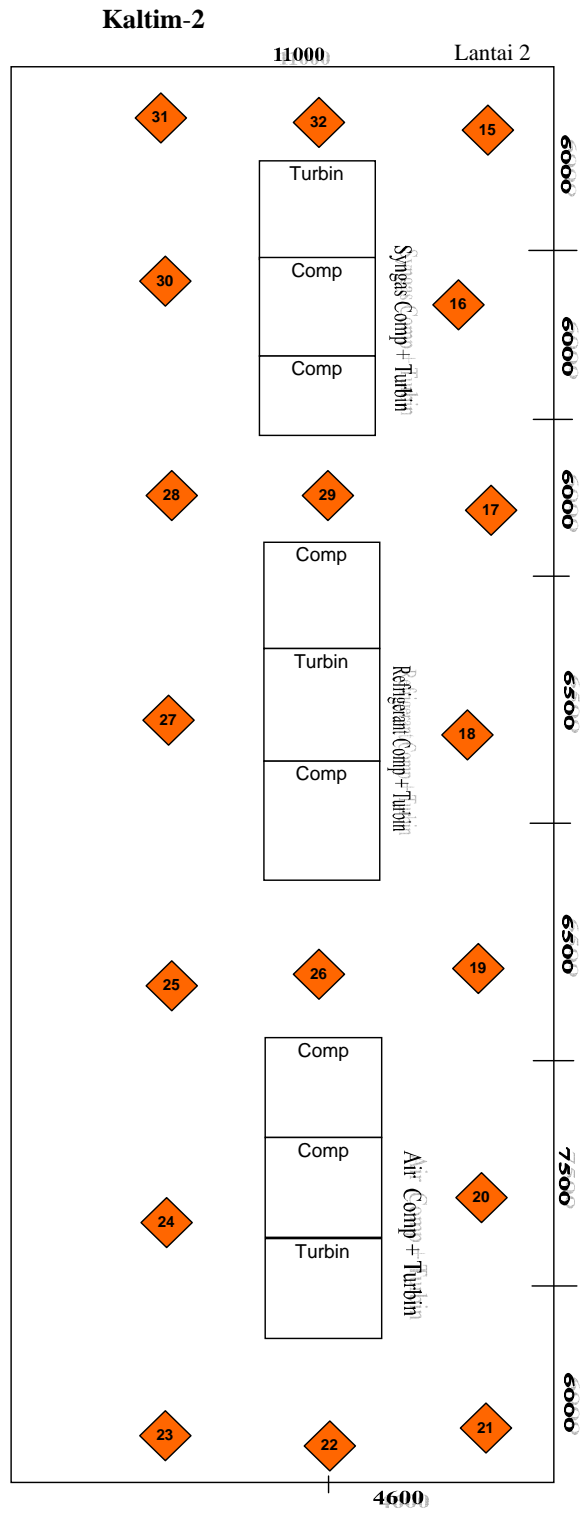
Gambar 8. Lay Out Titik Pengukuran di Area Compressor House Ammonia Lantai 2 Kaltim-1

Kaltim-2

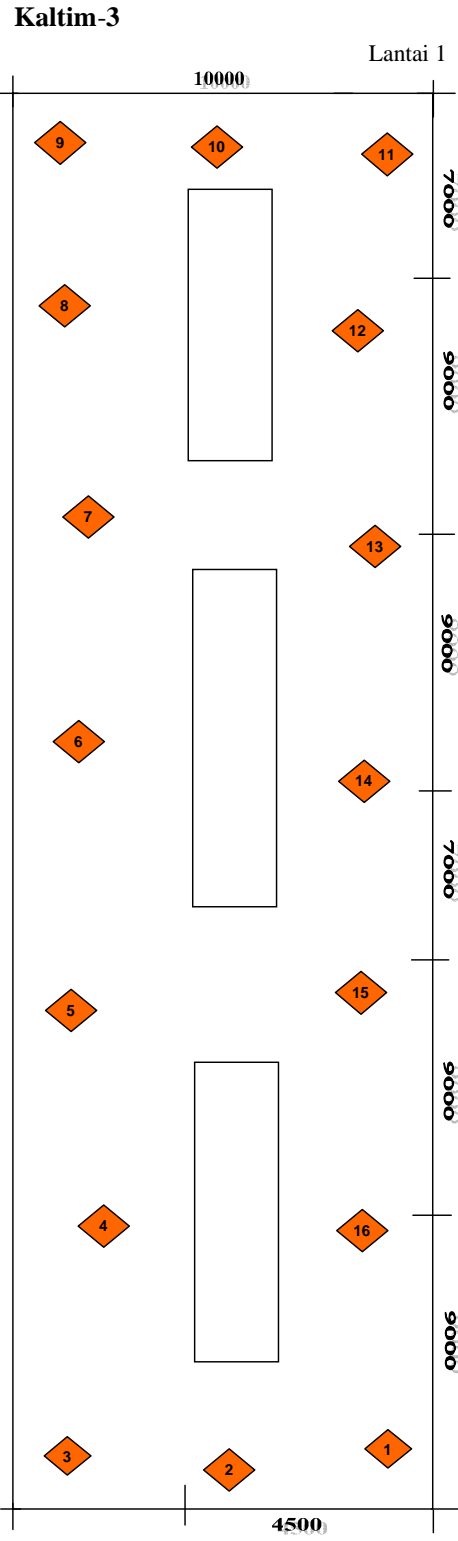
Lantai 1



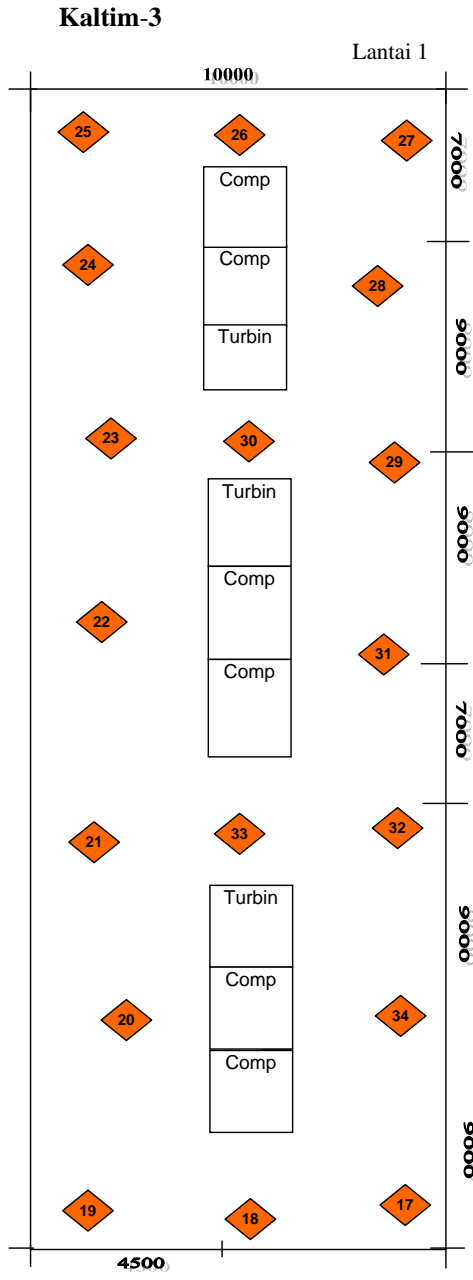
Gambar 9. Lay Out Titik Pengukuran di Area Compressor House ammonia Lantai 1 Kaltim-2



Gambar 10. Lay Out Titik Pengukuran di Area Compressor House ammonia Lantai 2 Kaltim-2



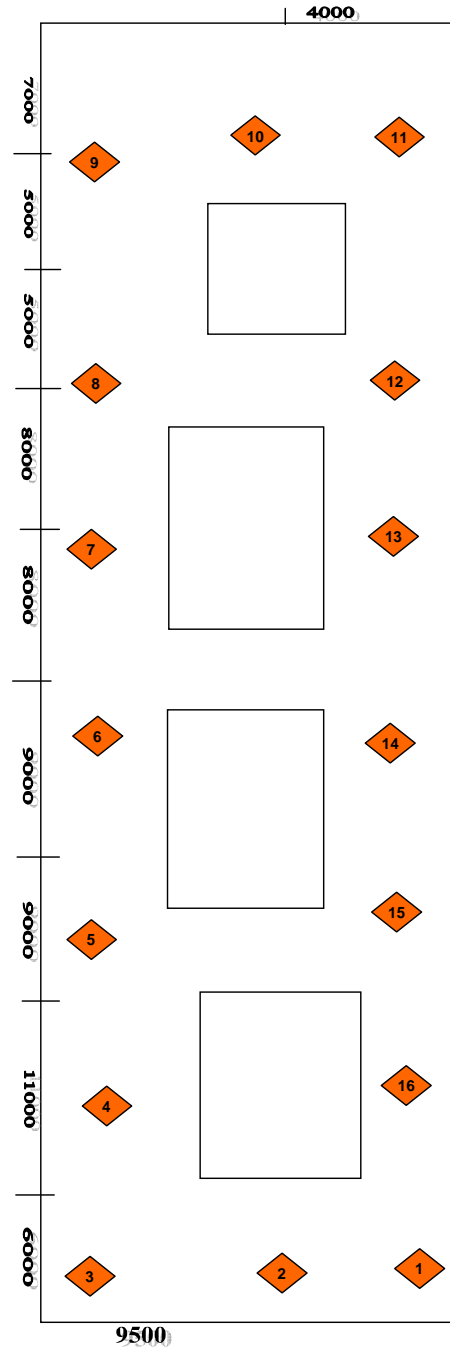
Gambar 11. Lay Out Titik Pengukuran di Area Compressor House ammonia Lantai 1 Kaltim-3



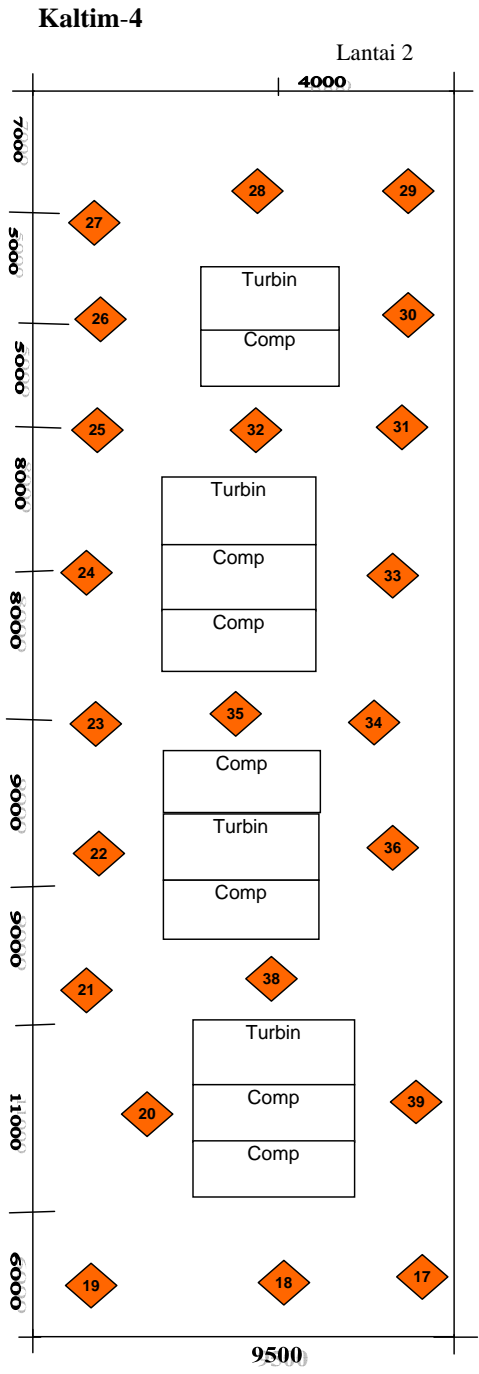
Gambar 12. Lay Out Titik Pengukuran di Area Compressor House ammonia Lantai 2 Kaltim-3

Kaltim-4

Lantai 1



Gambar 13. Lay Out Titik Pengukuran di Area Compressor House ammonia Lantai 1 Kaltim-4



Gambar 14. Lay Out Titik Pengukuran di Area Compressor House ammonia Lantai 2 Kaltim-4

B. Hasil Pengukuran

Tabel 2. Waktu Pengukuran

Tanggal Pengukuran	Waktu
22 Januari s/d 23 Januari 2007	08.00 - 06.50
26 Januari s/d 27 Januari 2007	08.15 - 06.50
29 Januari s/d 30 Januari 2007	07.10 - 06.45

Rate produksi amoniak saat pengukuran:

$$\text{Kaltim} - 1 = 75 \%$$

$$\text{Kaltim} - 2 = 104 \%$$

$$\text{Kaltim} - 3 = 102 \%$$

$$\text{Kaltim} - 4 = 100 \%$$

Berdasarkan hasil pengukuran kebisingan dan pengolahan data diperoleh tingkat kebisingan ekivalen di area *Compressor House* seperti disajikan dalam tabel 2 pada halaman selanjutnya.

Tabel 3 Hasil Perhitungan Kebisingan ($L_{eq\ 1}$, $L_{eq\ 2}$, $L_{eq\ 3}$, dBA)

No Titik Ukur	Kaltim-1 (dBA)	Kaltim-2 (dBA)	Kaltim -3 (dBA)	Kaltim -4 (dBA)
1	96,82	95,46	90,84	92,15
2	97,59	94,41	90,57	91,63
3	98,31	95,39	91,15	90,01
4	99,58	97,26	93,86	89,59
5	95,79	98,22	96,58	90,75
6	95,09	93,33	98,13	92,47
7	94,55	97,59	96,72	91,11
8	96,53	103,30	98,71	90,29
9	92,58	103,29	96,50	87,86
10	97,46	104,35	93,29	89,52
11	98,50	98,86	96,72	92,60
12	102,95	99,19	100,53	93,50
13	106,40	101,14	97,17	94,83
14	104,50	103,90	97,47	93,44
15	101,25	95,57	94,17	92,45
16	97,57	96,28	92,29	92,72
17	95,89	95,83	92,44	90,92
18	95,50	97,83	94,58	91,05
19	95,57	97,61	91,57	90,39
20	96,33	98,96	93,51	93,00
21	96,07	96,04	94,72	93,54
22	100,96	95,33	98,26	93,68
23	100,51	95,83	98,34	92,57
24	99,94	98,22	101,48	92,85
25	96,07	96,97	98,29	90,10
26	98,51	99,10	98,30	88,96
27	96,58	96,69	98,39	88,76
28	96,83	97,57	99,82	88,76
29	96,07	96,21	98,68	89,71
30	99,54	94,97	97,17	89,12
31	97,92	95,42	97,97	90,56
32	98,07	96,80	94,47	90,16
33	97,80	-	96,09	93,74
34	97,53	-	93,82	94,38
35	97,90	-	-	94,45
36	95,07	-	-	94,02
37	96,45	-	-	93,32
38	96,22	-	-	93,55
39	96,64	-	-	93,63
40	96,13	-	-	-

Keterangan : Lokasi dengan tanda ” - ” tidak dilakukan pengukuran.

Sumber : Olahan data primer, 2006

4.3 Analisis Hasil Penelitian




Kebisingan Lingkungan Pabrik

Peralatan-peralatan yang dipergunakan untuk operasional pabrik mempunyai jenis dan spesifikasi tertentu yang sangat menentukan tingkat kebisingan yang dihasilkan, pengukuran dan pemetaan kebisingan yang dilakukan di lingkungan pabrik diperlukan untuk memetakan kontur kebisingan dan zona kebisingan dikaitkan dengan keselamatan karyawan yang bekerja di dalam pabrik. Garis kontur kebisingan menghubungkan titik-titik lokasi yang memiliki tingkat kebisingan sama. Mengacu pada Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. KEP/51/MEN/1999 dan prosedur PL-PRO-15 ISO 140001 PT. Pupuk Kalimantan Timur, maka karyawan perlu dilindungi dengan alat pelindung telinga yaitu *ear plug* untuk tingkat bising antara 85 - 95 dBA dan *ear muff* untuk tingkat kebisingan lebih dari 95 dBA. Zona-zona di antara garis kontur dibedakan atas :

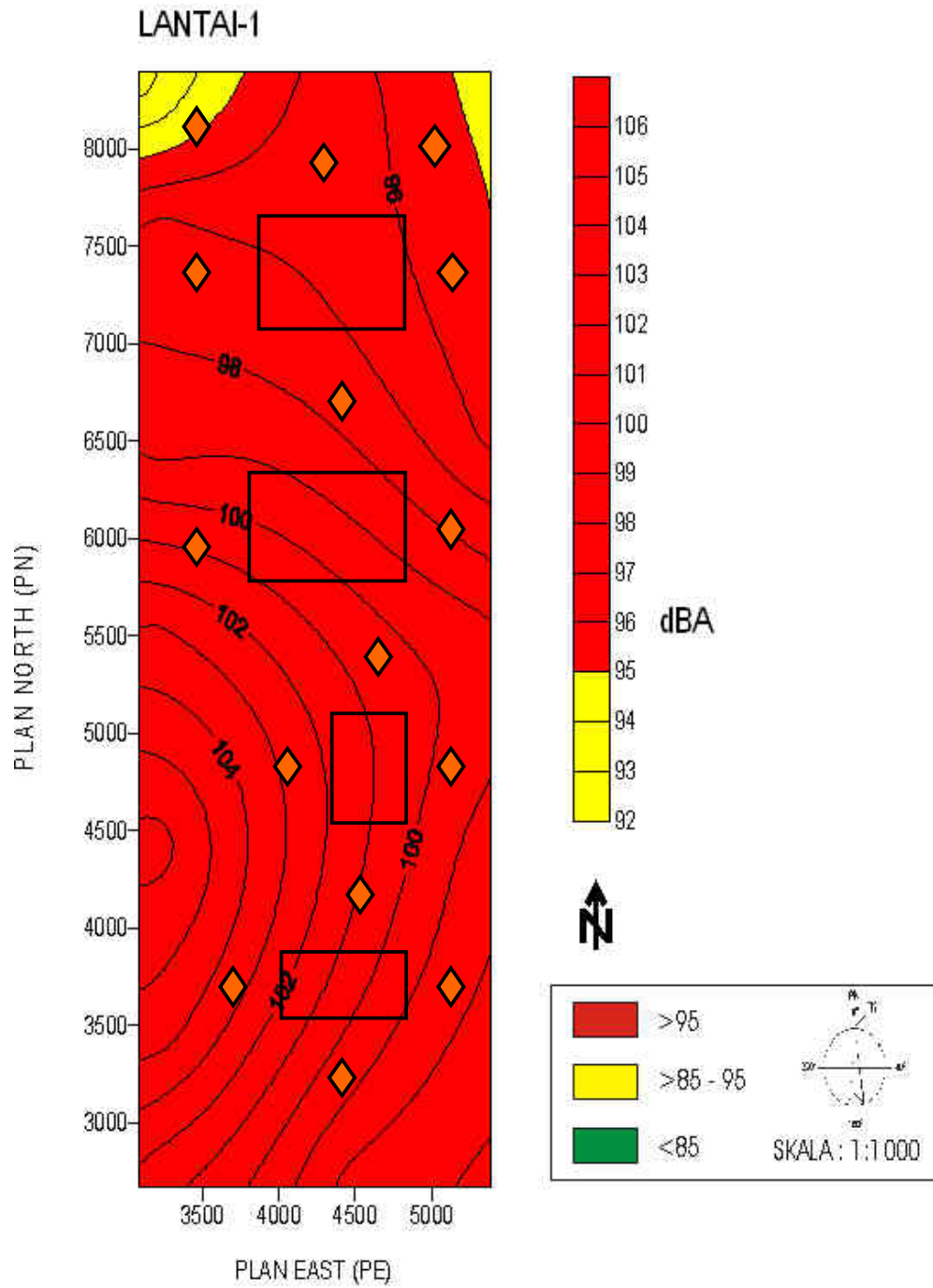
- a. Zona aman tanpa pelindung : < 85 dBA diberi warna hijau
- b. Zona dengan pelindung *ear plug* : 85 - 95 dBA diberi warna kuning
- c. Zona dengan pelindung *ear muff* : > 95 dBA diberi warna merah

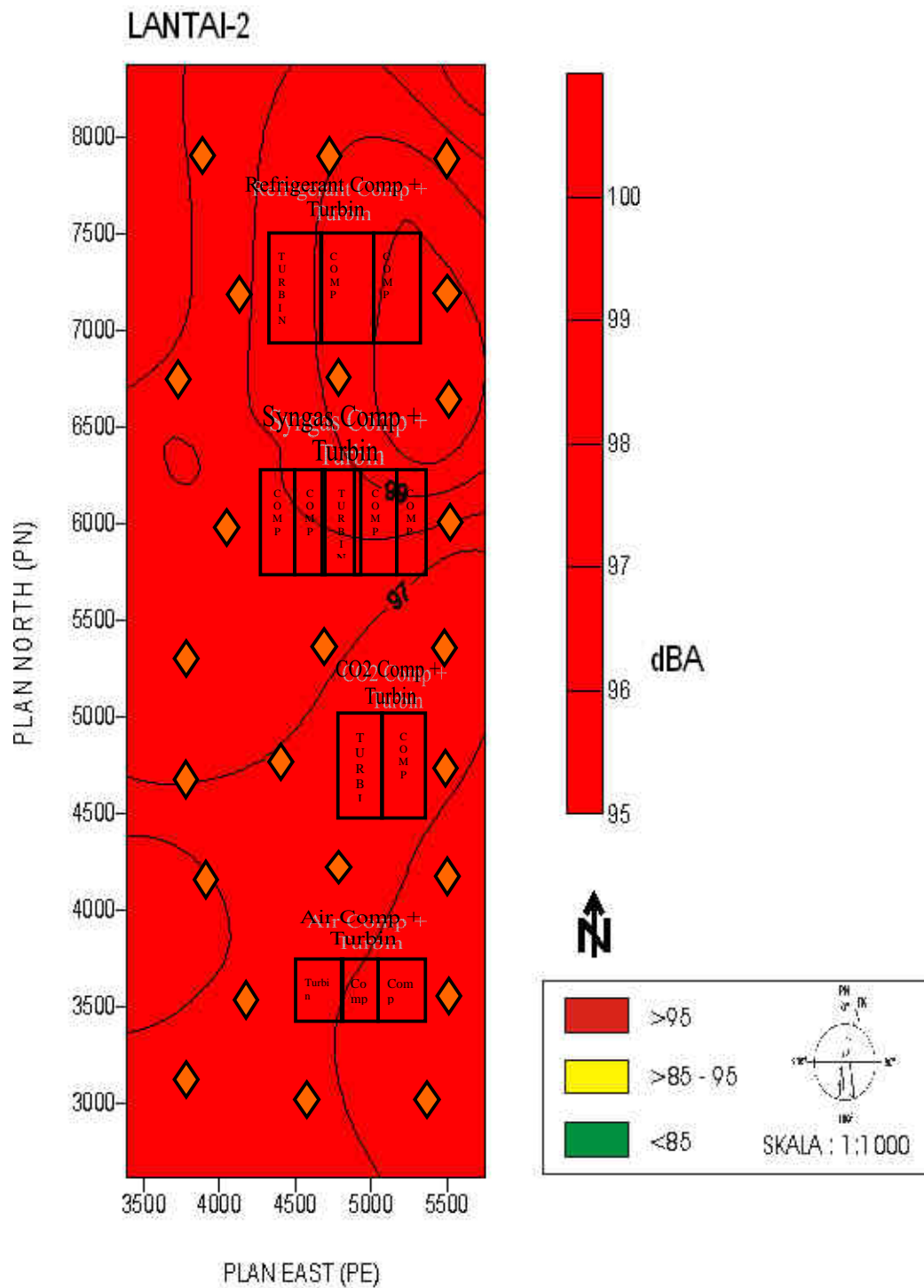
Kontur Kebisingan

Bentuk kebisingan areal pabrik disajikan pada gambar 13 s/d 24

- | | |
|---|---|
|  | : <85dBA (daerah aman) |
|  | : 85-95 dBA (daerah wajib menggunakan <i>ear plug</i>) |
|  | : > 95 dBA (daerah wajib menggunakan <i>ear muff</i>) |

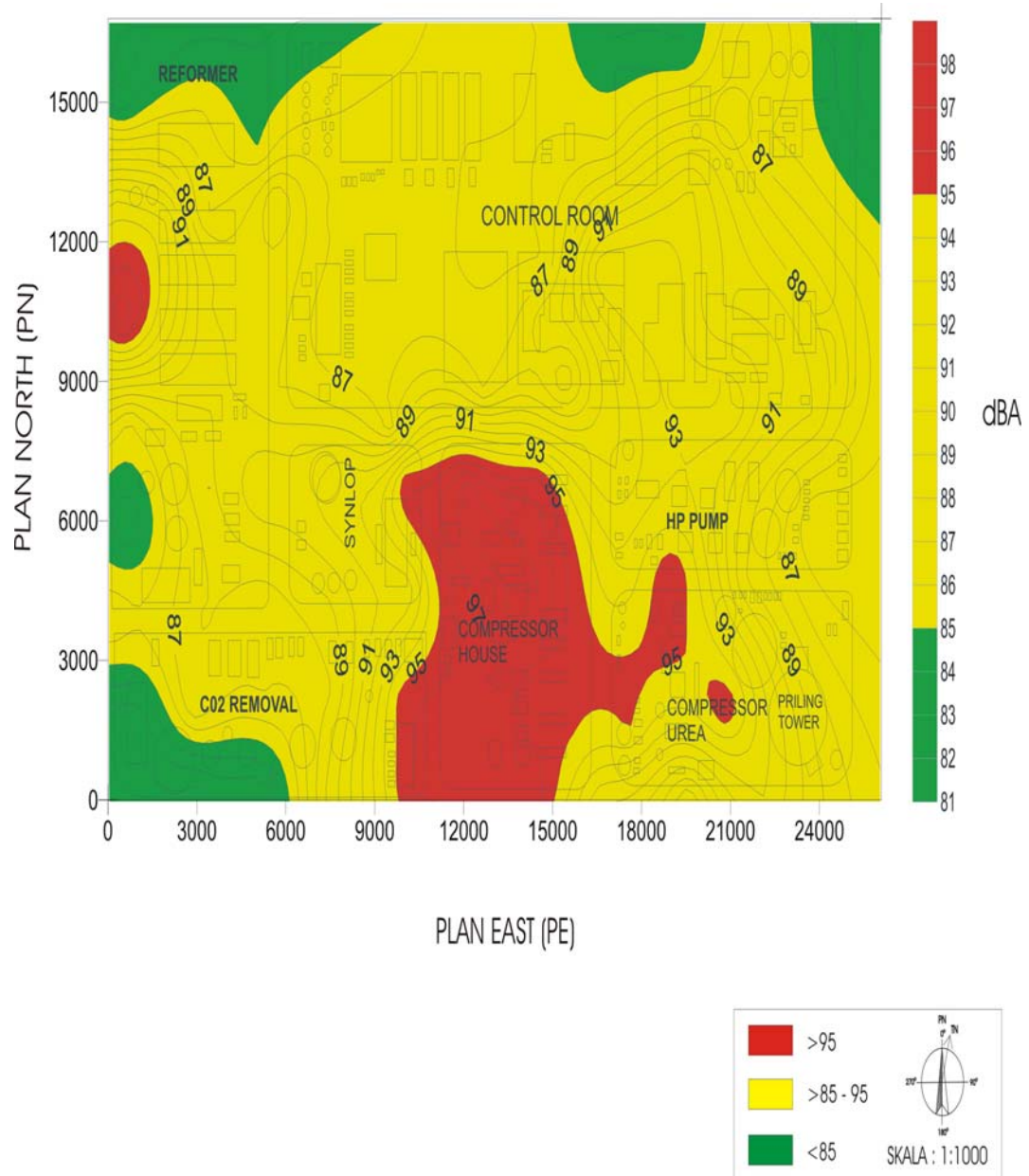
Kaltim-1

Gambar 15. Kontur kebisingan *Compressor House* Lantai 1 Kaltim-1



Gambar 16. Kontur kebisingan *Compressor House* Lantai 2 Kaltim-1

Dari gambar 15 dan 16 diperoleh bahwa area *Compressor House* amonia Kaltim-1 lantai 1 dan lantai 2 dari gambar kontur menunjukkan bahwa tingkat kebisingannya sebagian besar melebihi 95 dBA. hal tersebut bahwa *Compressor House* merupakan sumber kebisingan bagi Kaltim-1.

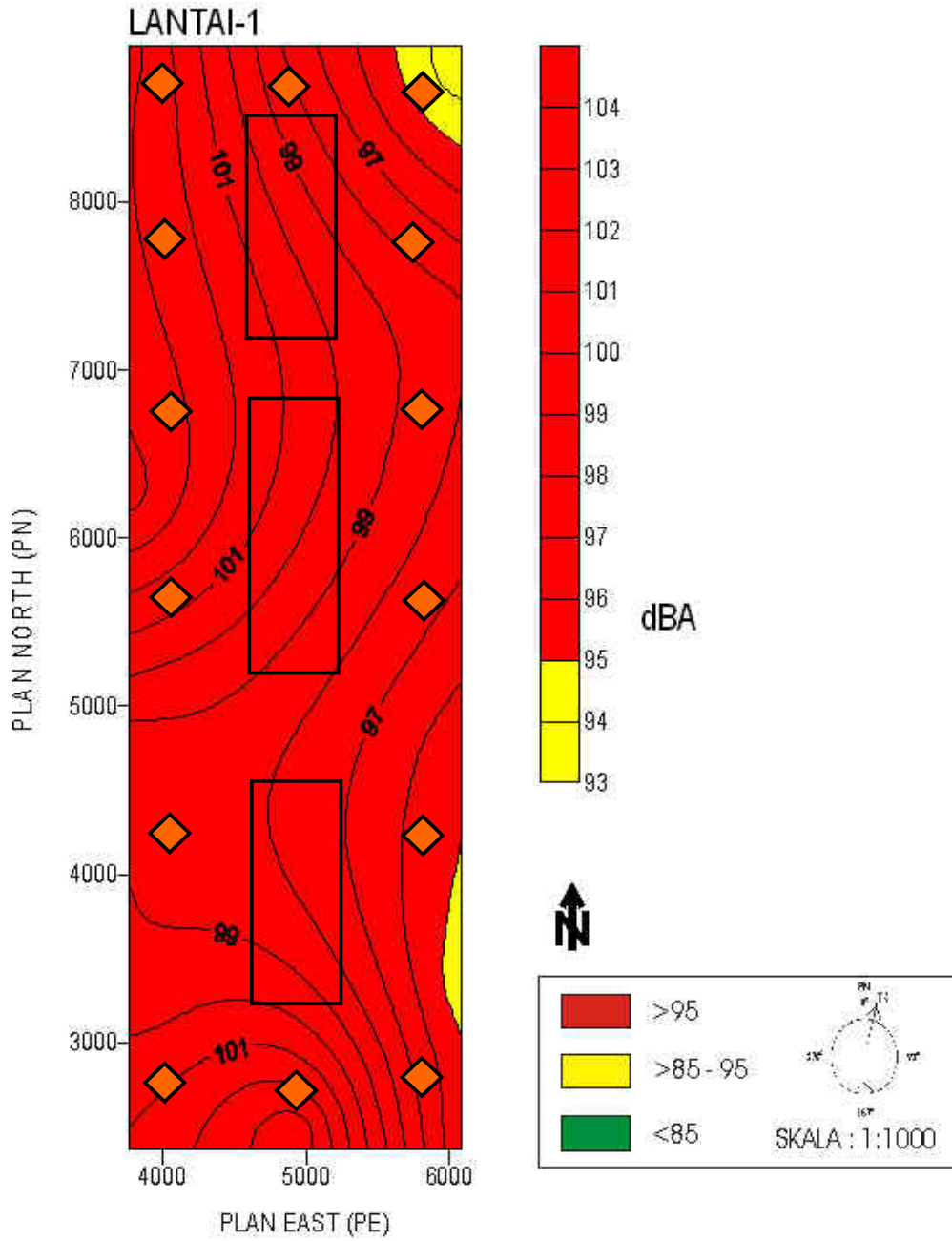


Gambar 17. Kontur kebisingan Pabrik Kaltim-1

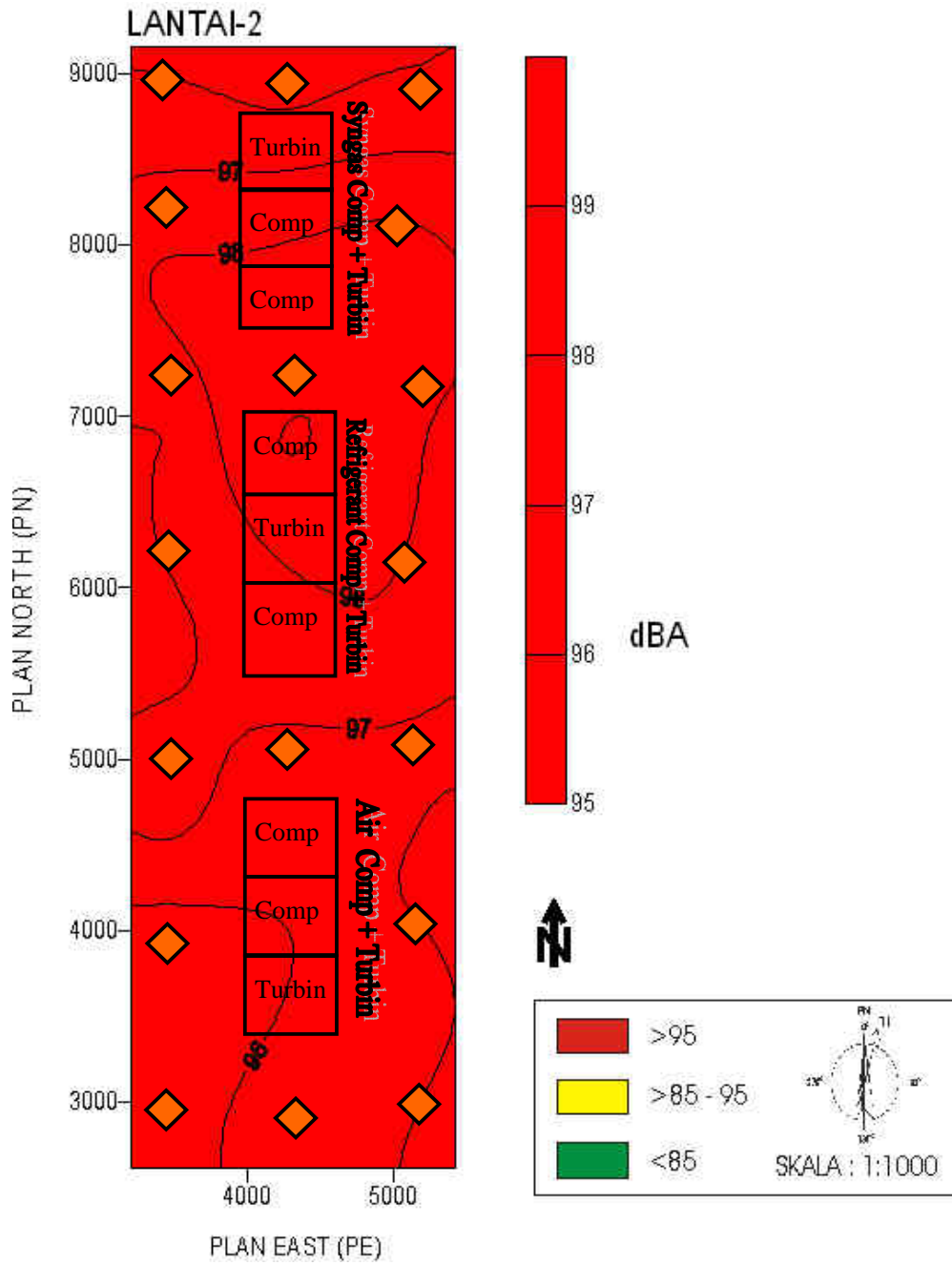
Dari gambar 17 menunjukkan bahwa dari pabrik Kaltim-1 sumber kebisingan melebihi dari 95 dBA yang berasal dari *Compressor House* Amonia dan sumber lain yaitu *primary reformer* dan *desulfurizer*. Sebaran kebisingan dari *Compressor House* ke arah timur yaitu pabrik urea ± 100 meter dari sumber bising, sedangkan sebaran kearah barat ± 50 meter hal ini disebabkan pada arah barat sumber bising terdapat reaktor amonia, *exchanger* amonia dan *vessel-vessel* lain dan arah utara terdapat bangunan *control room* amonia yang berfungsi sebagai *barrier/* penghalang dari sebaran bising. Sedangkan sumber kebisingan dari arah *primary reformer* kearah timur yaitu pabrik utility ± 35 meter dari sumber bising, sedangkan sebaran kearah selatan ± 30 meter dari sumber bising

Posisi keseluruhan pabrik Kaltim-1, batas utara pabrik adalah pabrik Kaltim-2, batas timur pabrik adalah laut sehingga sebaran bising tidak banyak berpengaruh, batas barat pabrik terdapat bangunan kantor dan batas sebelah selatan terdapat bangunan *Urea Bulk Storage*, bangunan tersebut juga berfungsi sebagai *barrier/* penghalang sebaran bising

Kaltim-2

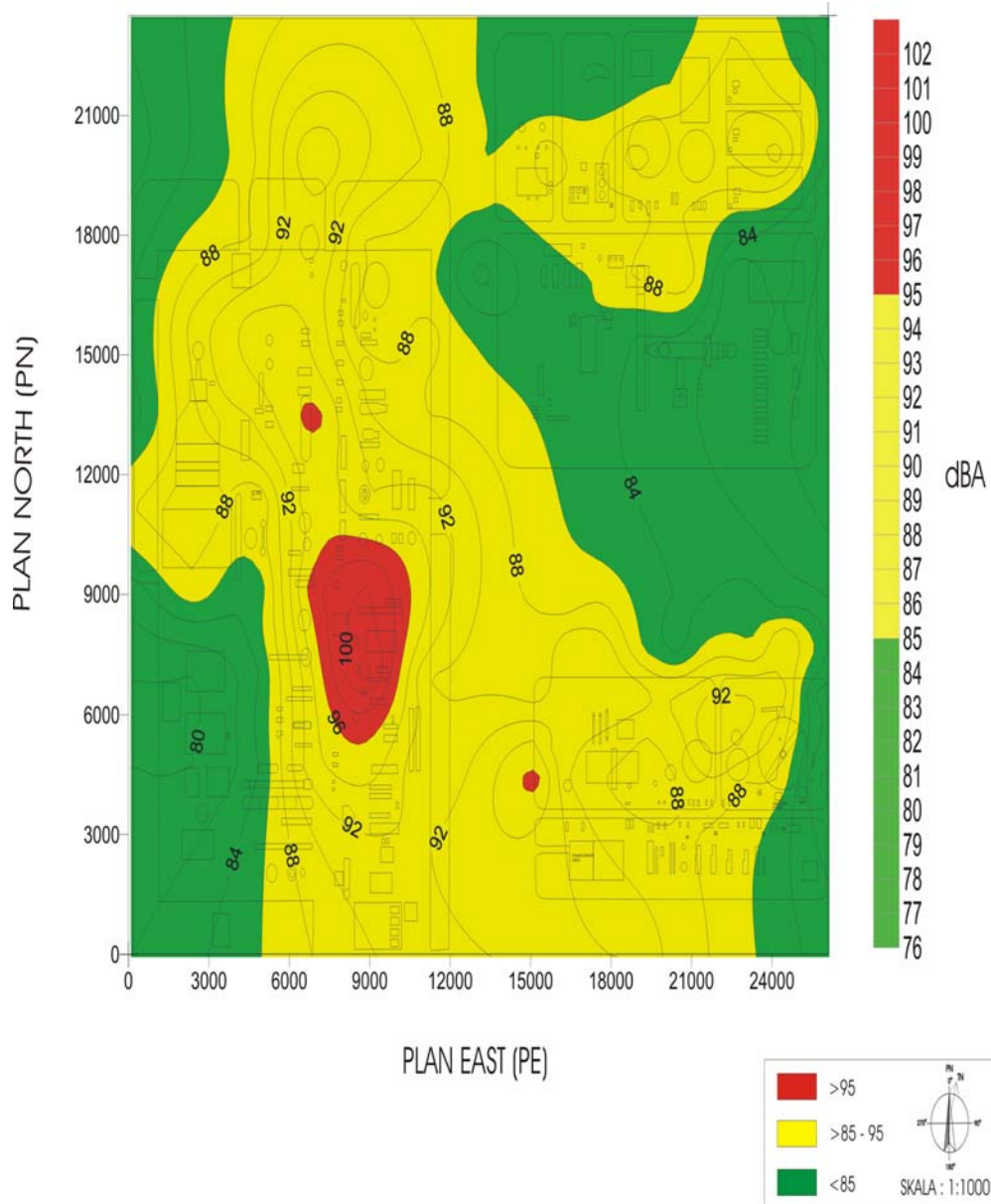


Gambar 18. Kontur kebisingan *Compressor House* Lantai 1 Kaltim-2



Gambar 19. Kontur kebisingan *Compressor House* Lantai 2 Kaltim-2

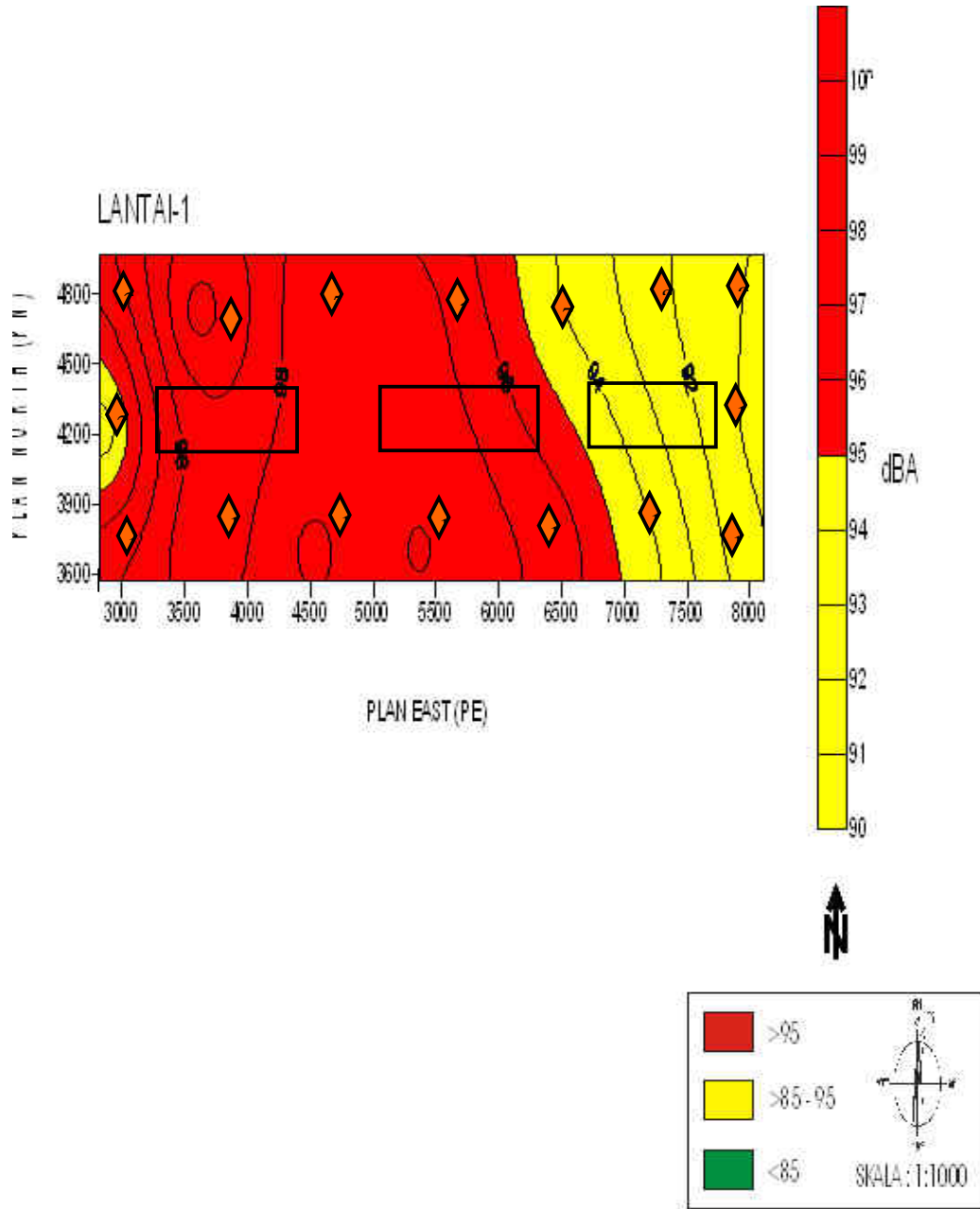
Dari gambar 18 dan 19 diperoleh bahwa area *Compressor House* kaltim-2 lantai 1 dan 2 dari gambar kontur menunjukkan bahwa tingkat kebisingannya melebihi 95 dBA. Hal tersebut *Compressor House* merupakan sumber kebisingan untuk Pabrik Kaltim 2



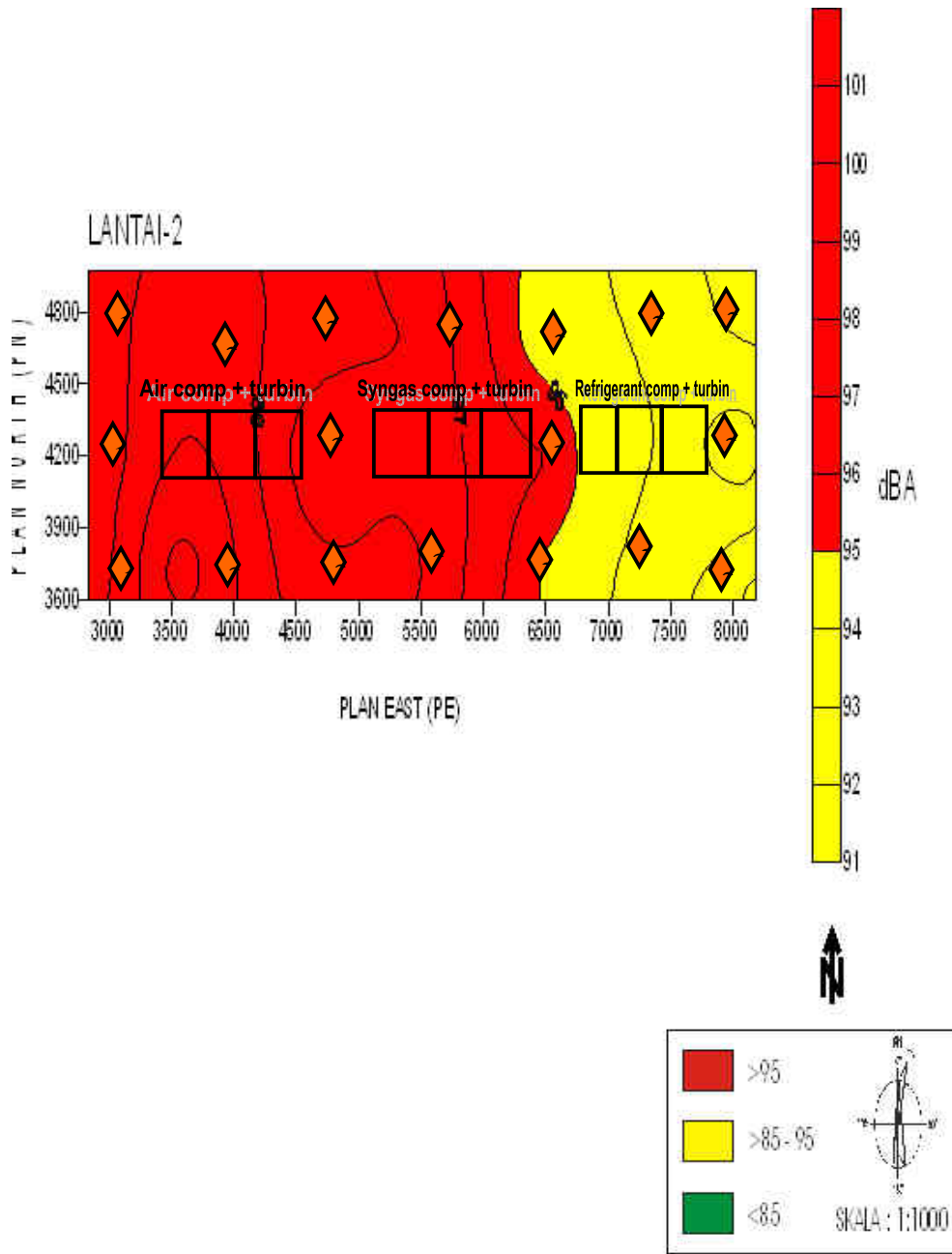
Gambar 20. Kontur kebisingan Pabrik Kaltim-2

Dari gambar 20 pabrik Kaltim-2 menunjukkan sumber kebisingannya melebihi 95 dBA, yang berasal dari *Compressor House* amonia meskipun ada beberapa sumber bising di area *secondary reformer* amonia dan *CO2 compressor* urea. Sebaran kebisingan dari sumber kebisingan ke arah timur sampai sejauh ± 25 meter dari sumber bising, sedangkan sebaran ke arah barat ± 65 meter dari sumber bising, sebaran ke arah utara sejauh ± 35 meter. Secara keseluruhan pabrik Kaltim-2, batas utara pabrik adalah pabrik Kaltim-3, batas timur pabrik adalah laut sehingga sebaran bising tidak banyak berpengaruh, batas barat pabrik terdapat bangunan *workshop* / perbengkelan, bangunan tersebut berfungsi sebagai *barrier*/ penghalang.

Kaltim -3

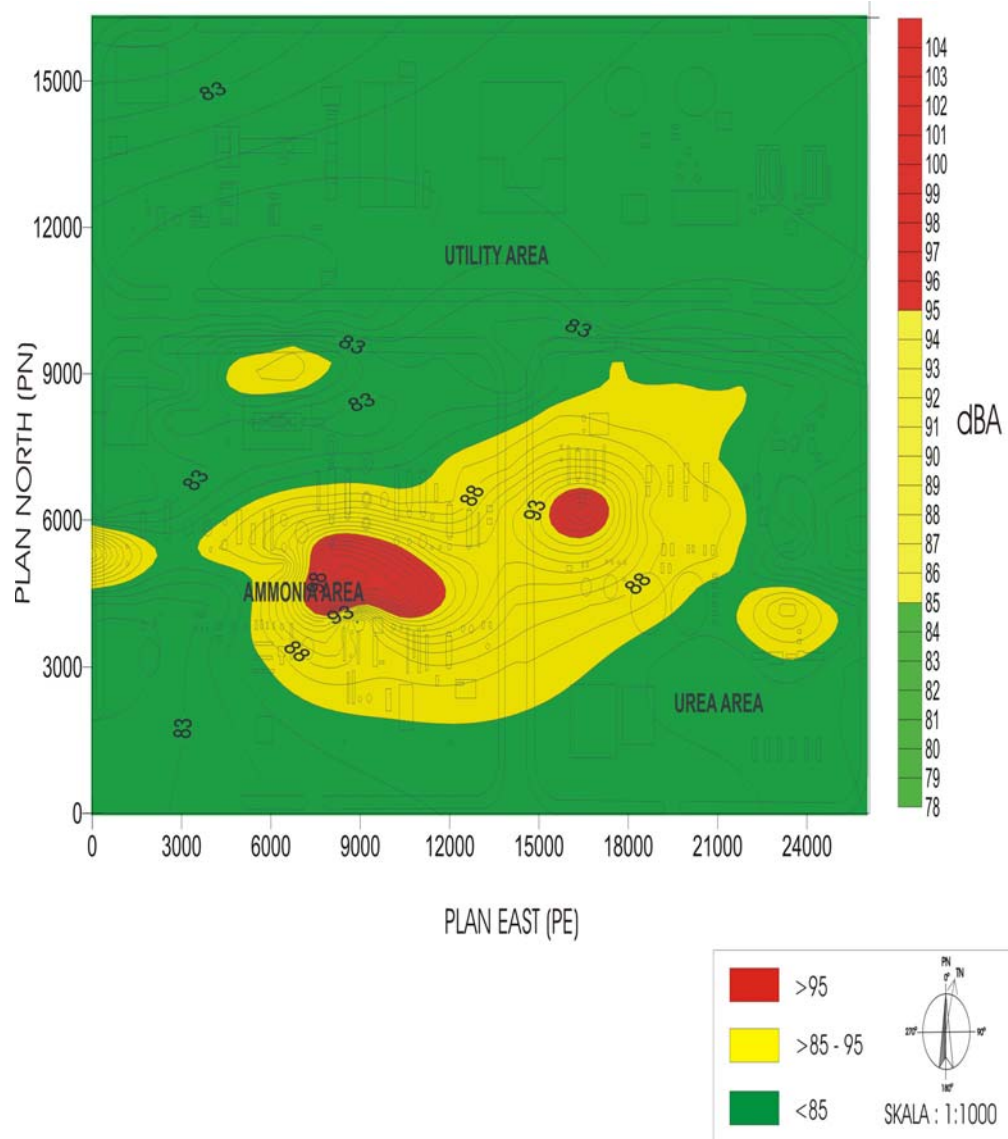


Gambar 21. Kontur kebisingan *Compressor House* Lantai 1 Kaltim-3



Gambar 22. Kontur kebisingan *Compressor House* Lantai 2 Kaltim-3

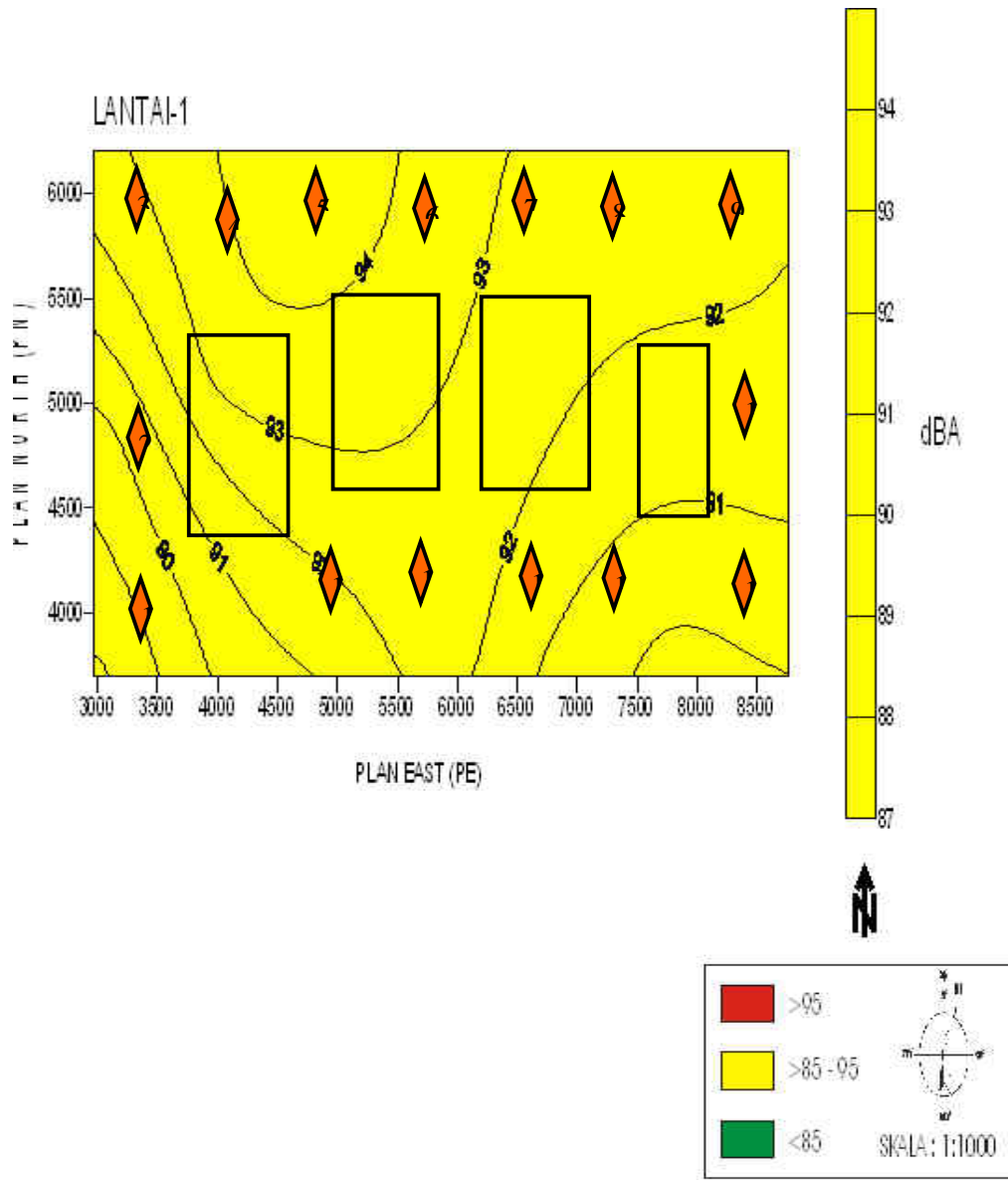
Dari gambar 21 dan 22 *Compressor House* Kaltim-3 lantai 1 dan lantai 2 dari gambar kontur menunjukkan bahwa 70 persen area kebisingannya sebagian besar melebihi 95 dBA. Sumber bising berasal dari *air compressor* (kompresor udara).



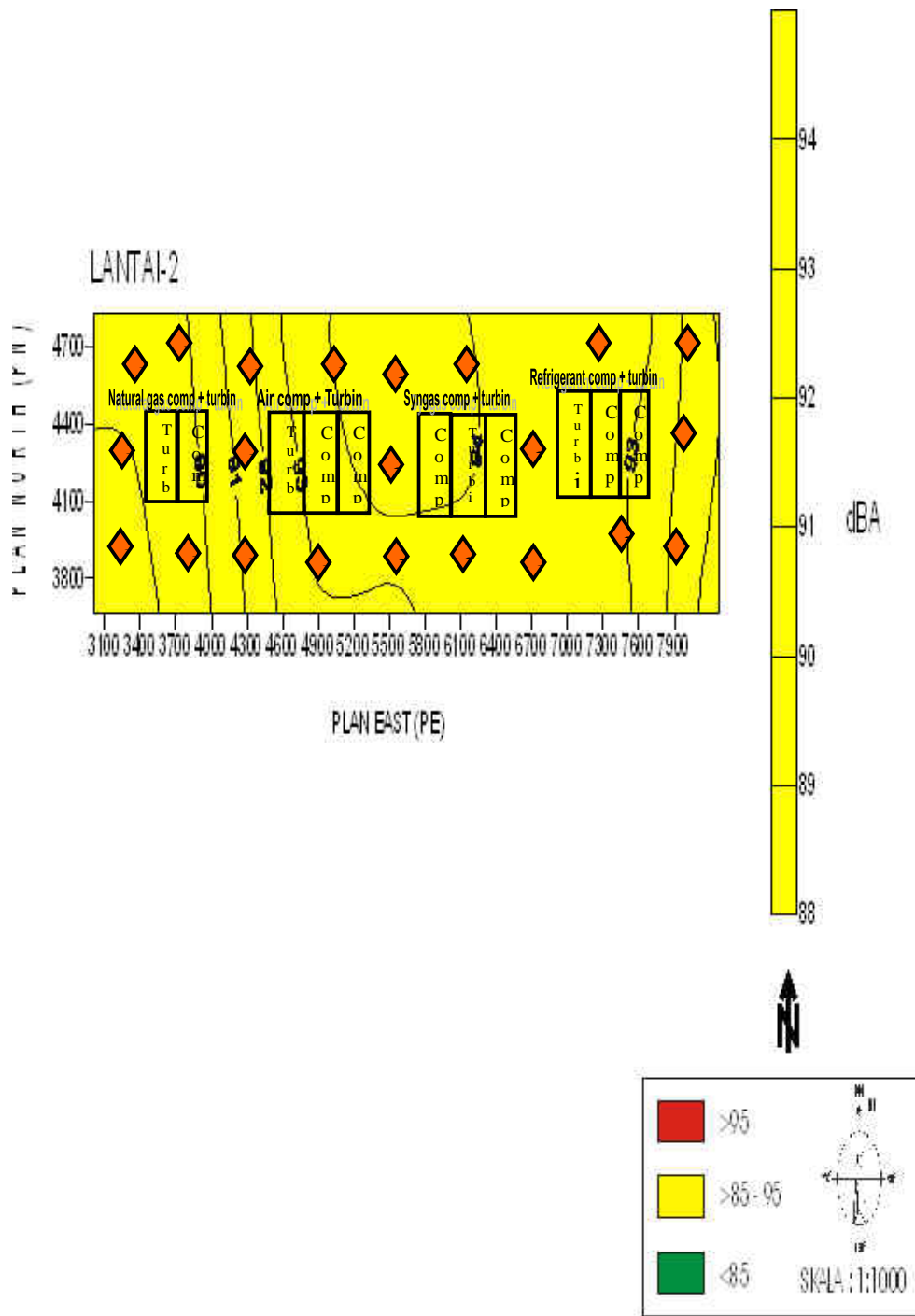
Gambar 23. Kontur kebisingan Pabrik Kaltim-3

Dari gambar 23 menunjukkan secara keseluruhan Kaltim-3, sumber kebisingan yang melebihi 95 dBA. Yang berasal dari *Compressor House* amonia dan CO2 *compressor* urea. Sebaran kebisingan dari *Compressor House* kearah timur sampai ± 60 meter dari sumber bising, sebaran kearah utara sejauh ± 15 meter hal ini disebabkan karena reaktor amonia, *exchanger* amonia dan *vessel-vessel* yang berfungsi sebagai *barrier*/ penghalang dari sebaran bising. Secara keseluruhan pabrik Kaltim-3, batas utara pabrik adalah pabrik KPA, batas timur pabrik adalah laut, sehingga sebaran bising tidak banyak berpengaruh, batas barat pabrik terdapat *power generation*, pembangkit listrik, sehingga sebaran bising sumber tidak banyak berpengaruh pada lingkungan.

Kaltim -4

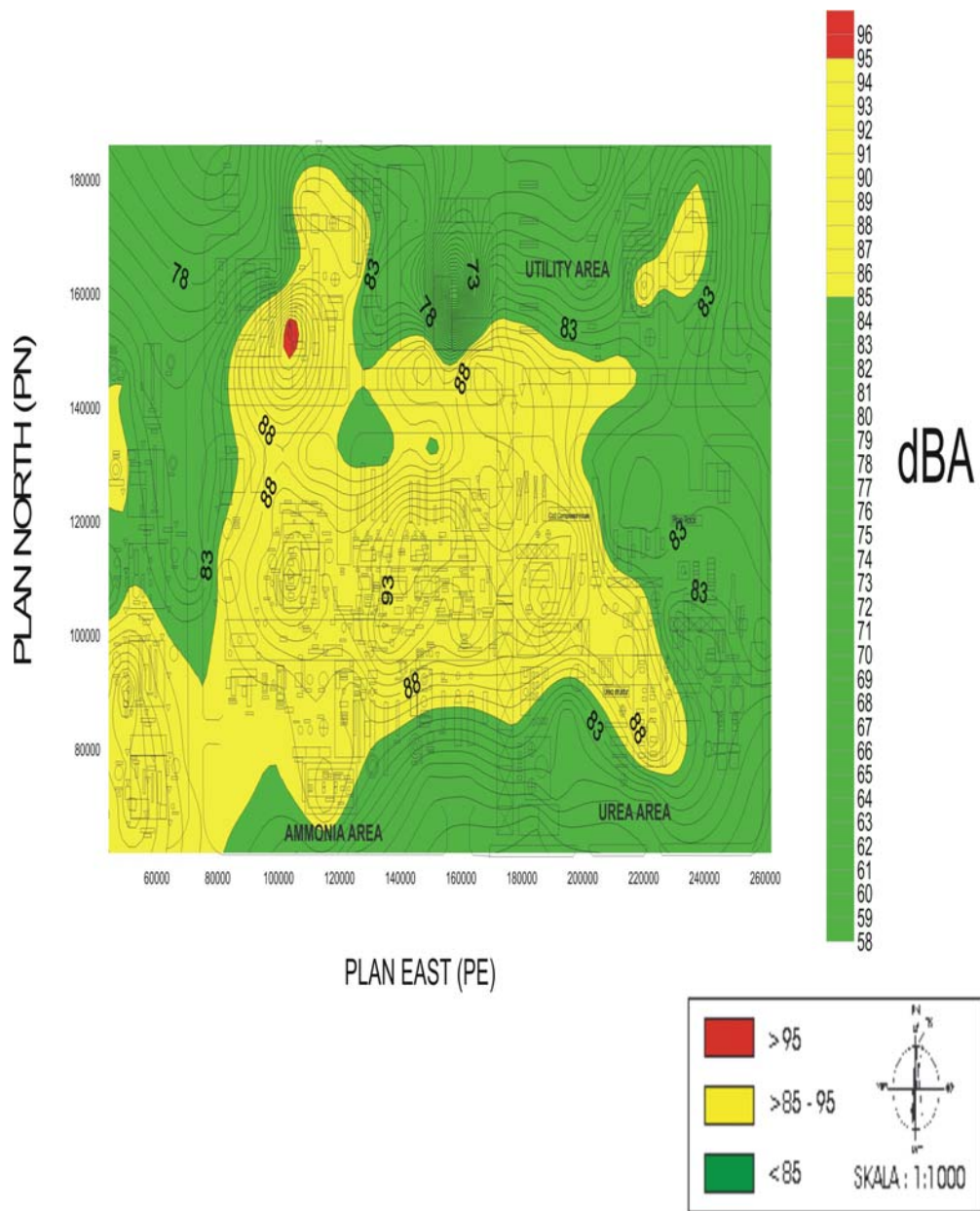


Gambar 24. Kontur kebisingan *Compressor House* Lantai 1 Kaltim-4



Gambar 25. Kontur kebisingan *Compressor House* Lantai 2 Kaltim-4

Dari gambar 24 dan 25 kontur kebisingan *Compressor House* pabrik Kaltim-4 lantai 1 dan lantai 2 menunjukkan bahwa tingkat kebisingan seluruhnya berkisar antara 90-93 dBA.

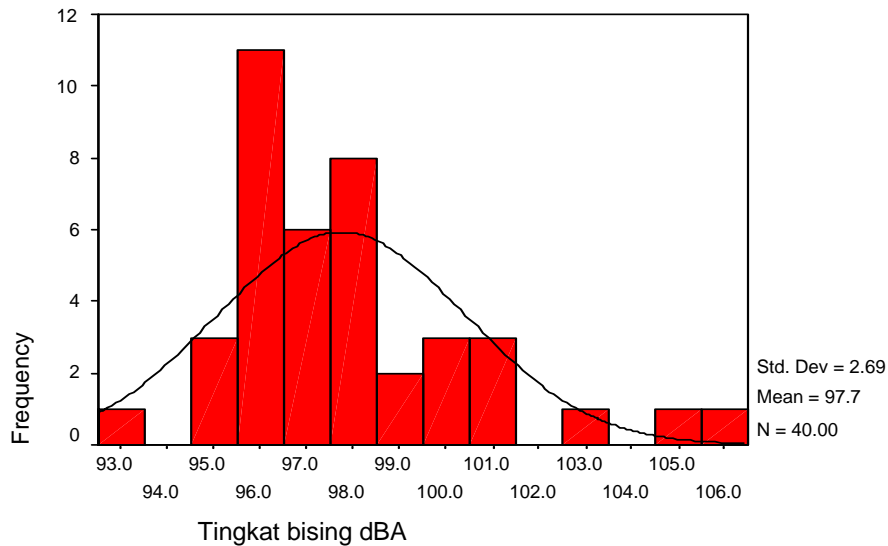


Gambar 26. kontur kebisingan Pabrik Kaltim-4

Dari gambar 26 yang menunjukkan sumber kebisingan pabrik Kaltim- 4 terdiri dari 86-94 dBA. Berasal dari area *Compressor House*, *CO2 compressor* dan *power/ generation, piping system* dan *vessel-vessel*. Sebaran kebisingan dari *Compressor House* amonia dan *CO2 compressor* urea ke arah timur yaitu sampai ± 45 meter dari sumber bising sedangkan sebaran kearah barat ± 35 meter dari sumber bising, sebaran kearah utara sejauh ± 25 meter, sebaran kearah selatan sejauh ± 25 meter hal ini disebabkan pada arah utara sebelah bising terdapat bangunan *control room*, arah selatan terdapat tangki amonia dan *field shack operator* yang berfungsi sebagai *barrier/* penghalang. Secara keseluruhan batas utara pabrik Kaltim-4, adalah hutan bakau, batas timur pabrik adalah laut sehingga sebaran bising tidak banyak berpengaruh, batas barat pabrik adalah tempat terbuka tidak ada bangunan dan selatan adalah pabrik amonia PT. KPA.

Data Statistik dan Frekuensi

Hasil perhitungan kebisingan *Compressor House amonia Kaltim-1*



Gambar 27. Tingkat bisung *Compressor House amonia Kaltim-1*

Dari hasil perhitungan diperoleh tingkat kebisingan di area *Compressor House amonia Kaltim -1* adalah sebagai berikut:

Jumlah titik pengukuran = 40 titik

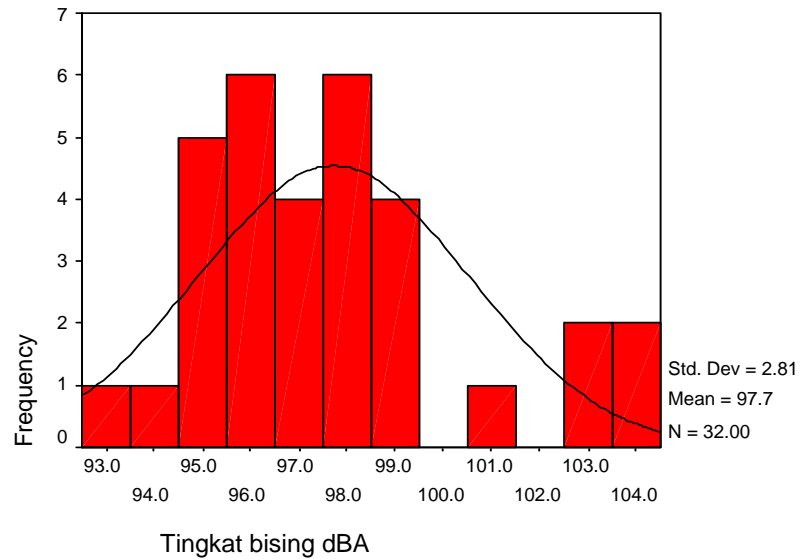
Kebisingan rata-rata sebesar 98,81 dBA

Kebisingan terendah sebesar 92,58 dBA

Kebisingan tertinggi sebesar 106,40 dBA

Standar deviasi = 2,69

Hasil perhitungan kebisingan
Compressor House amonia Kaltim-2



Gambar 28. Tingkat bising *Compressor House amonia Kaltim-2*

Dari hasil perhitungan diperoleh tingkat kebisingan di area *Compressor House amonia Kaltim -2* adalah sebagai berikut:

Jumlah titik pengukuran = 32 titik

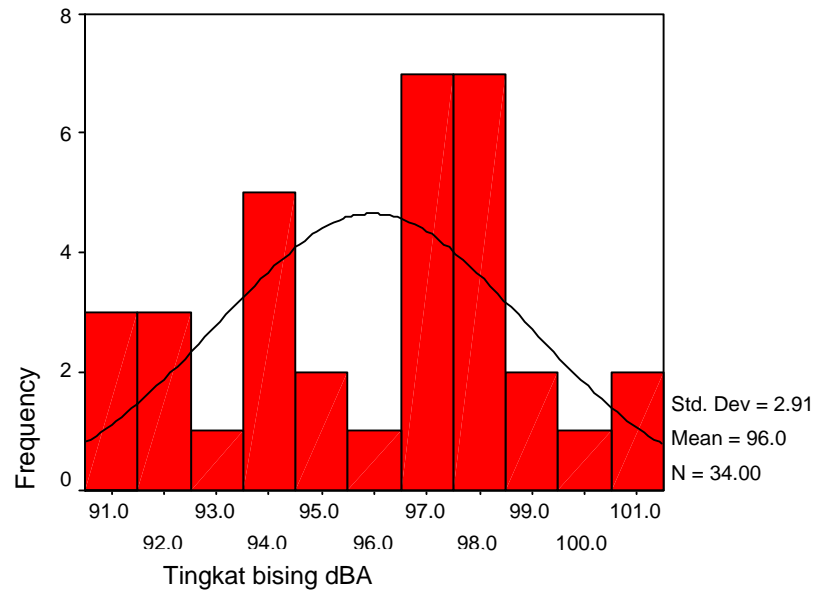
Kebisingan rata-rata sebesar 98,68 dBA

Kebisingan terendah sebesar 93,33 dBA

Kebisingan tertinggi sebesar 104,35 dBA

Standar deviasi = 2,81

Hasil perhitungan kebisingan
Compressor House amonia Kaltim-3



Gambar 29. Tingkat bising *Compressor House amonia Kaltim-3*

Dari hasil perhitungan diperoleh tingkat kebisingan di area *Compressor House amonia Kaltim -3* adalah sebagai berikut:

Jumlah titik pengukuran = 34 titik

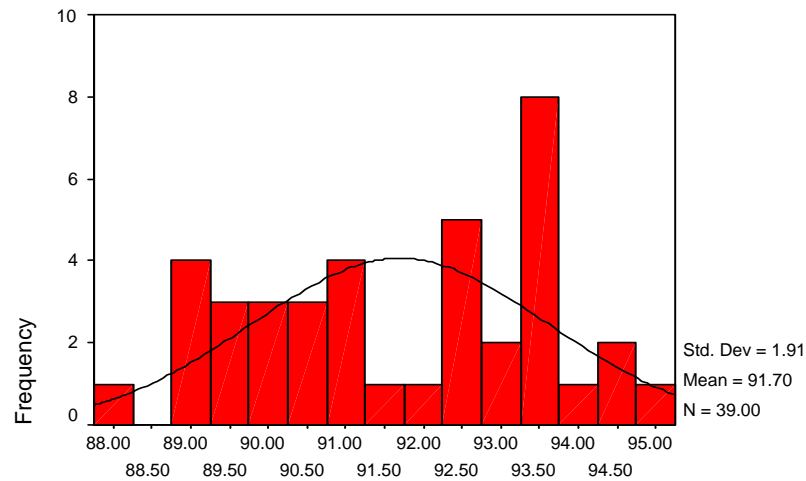
Kebisingan rata-rata sebesar 96,81 dBA

Kebisingan terendah sebesar 90,57 dBA

Kebisingan tertinggi sebesar 101,48 dBA

Standar deviasi = 2,91

Hasil perhitungan kebisingan
Compressor House amonia Kaltim-4



Gambar 30. Tingkat bising *Compressor House amonia Kaltim-4*

Dari hasil perhitungan diperoleh tingkat kebisingan di area *Compressor House amonia Kaltim -4* adalah sebagai berikut:

Jumlah titik pengukuran = 39 titik

Kebisingan rata-rata sebesar 92,15 dBA

Kebisingan terendah sebesar 87,86 dBA

Kebisingan tertinggi sebesar 94,83 dBA

Standar deviasi = 1,91

4.4. Pembahasan

Berdasarkan lampiran 2 Menteri Tenaga Kerja No:Kep-51/Men/1999, tentang nilai ambang batas (NAB), maka dari data hasil kebisingan rata-rata Kaltim-1 98,81 dBA. Kaltim-2 98,68 dBA. Kaltim-3 96,81 dBA Kaltim-4 92,15 dBA. dan dari data tersebut sudah melampaui baku tingkat kebisingan yang diijinkan untuk pemajanan 8 jam per hari.

Tabel 4. Perbandingan Kebisingan

No	Compressor House Ammonia	Rata-Rata Kebisingan		Jumlah Selisih (dBA)
		Kondisi Baru (dBA)	Kondisi Terakhir (dBA)	
1	Kaltim -1	90	98,8	8,81
2	Kaltim -2	87,9	98,6	10,7
3	Kaltim -3	83,4	96,8	13,4
4	Kaltim -4	89,7	92,1	2,4

Berdasarkan perbandingan diatas dapat terlihat bahwa perbedaan rata-rata kebisingan *compressor Ammonia* Kaltim -1, Kaltim -2, Kaltim -3 dan Kaltim -4 kondisi *spec* bisung alat dengan kondisi bisung eksisting sangat signifikan hal ini perlu dilakukan evaluasi secara komprehensif untuk menilai performa alat.

Fraksi Kumulatif Kebisingan

Fraksi kumulatif yang diterima pekerja/ operator Kaltim 1 : Karyawan membuat *logsheet* selama 20 menit setiap 2 jam (1 *shift* / 8 jam membuat *logsheet* sebanyak 4 kali) menerima tingkat kebisingan rata-rata sebesar 98,8 dBA, maka fraksi kumulatif yang diterima adalah :

$$\left[\frac{20}{20,9} \right]_{98,8 \text{ dBA}} + \left[\frac{20}{20,9} \right]_{96,8 \text{ dBA}} + \left[\frac{20}{20,9} \right]_{98,8 \text{ dBA}} + \left[\frac{20}{20,9} \right]_{98,8 \text{ dBA}} = 3,8 > 1$$

Fraksi kumulatif yang diterima pekerja / operator Kaltim 2 : Karyawan membuat *logsheet* selama 20 menit setiap 2 jam (1 *shift* / 8 jam membuat

logsheet sebanyak 4 kali) menerima tingkat kebisingan rata-rata sebesar 98,6 dBA maka fraksi kumulatif yang diterima adalah :

$$\left[\frac{20}{21,6} \right]_{98,6 \text{ dBA}} + \left[\frac{20}{21,6} \right]_{98,6 \text{ dBA}} + \left[\frac{20}{21,6} \right]_{98,6 \text{ dBA}} + \left[\frac{20}{21,6} \right]_{98,6 \text{ dBA}} = 3,7 > 1$$

Fraksi kumulatif yang diterima pekerja / operator Kaltim-3 : Karyawan membuat *logsheet* selama 20 menit setiap 2 jam (1 shift / 8 jam membuat *logsheet* sebanyak 4 kali) menerima tingkat kebisingan rata-rata sebesar 96,8 dBA maka fraksi kumulatif yang diterima adalah :

$$\left[\frac{20}{52,8} \right]_{96,8 \text{ dBA}} + \left[\frac{20}{52,8} \right]_{96,8 \text{ dBA}} + \left[\frac{20}{52,8} \right]_{96,8 \text{ dBA}} + \left[\frac{20}{52,8} \right]_{96,8 \text{ dBA}} = 1,5 > 1$$

Fraksi kumulatif yang diterima pekerja / operator Kaltim-4 : Karyawan membuat *logsheet* selama 20 menit setiap 2 jam (1 shift / 8 jam membuat *logsheet* sebanyak 4 kali) menerima tingkat kebisingan rata-rata sebesar 92,1 dBA maka fraksi kumulatif yang diterima adalah :

$$\left[\frac{20}{97} \right]_{92,1 \text{ dBA}} + \left[\frac{20}{97} \right]_{92,1 \text{ dBA}} + \left[\frac{20}{97} \right]_{92,1 \text{ dBA}} + \left[\frac{20}{97} \right]_{92,1 \text{ dBA}} = 0,8 < 1$$

Kegiatan yang dilakukan oleh operator pada saat pengisian log sheet meliputi kegiatan pengaturan kondisi peralatan dari tekanan, *Temperature*, *Vacum*, *Flow*, dan bukaan *Valve* serta mengecek indikasi dan sinyal vibrasi seperti di *High Pressure* (HP), *Medium Pressure* (MP), dan *Low Pressure* (LP) disisi *compressor* maupun disisi *turbine* disamping kegiatan tersebut Operator juga melakukan pengecekan *speed* atau putaran *compressor*.

Tata Letak Sumber Bising

Tata letak bangunan/ peralatan atau sumber-sumber bising artinya sangat penting bagi lingkungan sekitar maupun lingkungan sekitar pabrik. Dalam perencanaan penempatan sumber-sumber bising diharapkan tidak akan mengganggu penduduk di sekitar pabrik. Berdasarkan tata letak peralatan pabrik yang sudah ada, antara pabrik Kaltim-1, Kaltim-2, Kaltim-3, Kaltim-4 mempunyai

kaitan sebagai penyumbang tingkat bising lingkungan. Dari gambar 26 menunjukkan kontur kebisingan secara keseluruhan pabrik di lingkungan PT. Pupuk Kaltim, meskipun terdapat peralatan–peralatan sebagai sumber bising namun sebaran bisingnya tidak banyak berpengaruh pada lingkungan sekitarnya. Selain itu bangunan gudang urea curah (*Urea Bulk Storage*) yang ada batas selatan pabrik Kaltim-1 yang berfungsi sebagai penghalang dari tingkat bising yang ditimbulkan peralatan yang berasal dari sumber bunyi pabrik Kaltim-1.

Hasil Pengendalian Kebisingan

Ada 3 (tiga) teknik pengendalian yang dapat dilakukan

1. Teknik pengendalian rekayasa
2. Teknik Pengendalian administrasi
3. Teknik pengendalian pada sisi penerima

Teknik pengendalian kebisingan yang sudah dilakukan

1. Teknik pengendalian kebisingan melalui media propogasi (rekayasa)
2. Teknik pengendalian kebisingan pada sisi penerima

Pengendalian bising yang dilakukan pada media propogasi dengan tujuan menghambat (menghalangi) paparan bising dengan melakukan *acoustic ansclosure* pada pintu-pintu *field shack* operator yang berada di lapangan.

Pengendalian bising pada sisi penerima yaitu dengan memperketat-penggunaan alat pelindung telinga berupa *ear plug* dan *ear muff* kepada setiap karyawan yang bekerja di dekat sumber bising

Tabel 5. Data Karyawan Pemakai Pelindung Telinga

No	Lokasi	Jumlah Karyawan (orang)	Pelindung Telinga yang Di Gunakan		
			<i>Ear muff</i>	<i>Ear plug</i>	Kapas
1	<i>Compressor House Kaltim -1</i>	12	2	8	2
2	<i>Compressor House Kaltim-2</i>	8	-	6	2
3	<i>Compressor House Kaltim-3</i>	11	8	2	1
	<i>Jumlah</i>	31	10	16	5
		(100%)	32%	52%	16%

Dari hasil observasi di lapangan diperoleh bahwa karyawan yang penggunaan alat pelindung telinga di *Compressor House Kaltim-1 Compressor House Kaltim-2 Compressor House Kaltim-3* yaitu *Ear muff* 32%, *Ear plug* 52% dan kapas 16%, untuk Kaltim-4 tidak dicantumkan karena kebisingannya di bawah 95 dBA, dan sudah menggunakan Alat Pelindung *Ear plug*. Dengan hasil observasi tersebut masih kurang ditaatinya penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) bagi karyawan yang bekerja di area *Compressor House* pabrik Kaltim-1, Kaltim-2 dan Kaltim-3

Pemeriksaan THT

Tabel 6. Data Pemeriksaan Audiometri Karyawan PT. Pupuk Kaltim

Hasil <i>Spirometri</i>	Jumlah	%
Normal	896	69.14
<i>Suspect. Noise Induce Hearing Loss</i>	240	18.52
<i>Conductive Hearing Loss</i>	29	2.24
<i>Noise Induce Hearing Loss</i>	32	2.47
<i>Presbiacuis</i>	99	7.64
Total	1,296	100

Keterangan : - *Suspect. Noise Induce Hearing Loss*: Dugaan hilang pendengaran
 - *Conductive Hearing Loss* : Hilang pendengaran akibat penghantar
 - *Noise Induce Hearing Loss* : Mengalami ketulian
 - *Presbiacuis* : Hilang pendengaran akibat ketuaan

Sumber : Laporan Hasil Cek Pemeriksaan Berkala (CKB) Bid. Hyperkes Biro K3LH PKT, 2005.

Pemeriksaan THT khusus pada karyawan pabrik menunjukkan bahwa pada tes *audiogram* ditemukan gambaran tuli akibat bising dimana terjadi penurunan yang tajam pada frekuensi 4000 Hz pada karyawan yang terpajan bising. Adapun data karyawan yang didiagnosis *Suspect Noise Induce Hearing Loss* (SNIHL) sebanyak 240 orang (18.52%).

Tabel 7. Data karyawan / Opertor yang Mengalami Ketulian
(*Noise Induce Hearing Loss*)

No	Lokasi	Karyawan / Operator
1	<i>Ammonia</i> Kaltim -1	4
2	<i>Ammonia</i> Kaltim -2	2
3	<i>Ammonia</i> Kaltim -3	1
4	<i>Ammonia</i> Kaltim- 4	8
	Jumlah	15

Sumber : Rekaman medik karyawan pabrik, Bid. Hyperkes Biro K3LH PKT, 2005.

Setelah melihat perbandingan data dari tabel 6 dan 7 tentang hasil rekaman medik karyawan yang bekerja di daerah pabrik *Ammonia* Kaltim-1, Kaltim-2, Kaltim-3, dan Kaltim-4 dapat dilihat adanya korelasi karyawan/ operator yang mengalami ketulian akibat dari kebisingan.

Untuk pabrik Kaltim-4 terlihat yang mengalami ketulian mencapai 8 (delapan) orang hal ini dikarenakan adanya mutasi karyawan atau operator dari pabrik *Ammonia* Kaltim-1, Kaltim-2, dan Kaltim-3.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan kebisingan di area *Compressor House* ammonia yang terdiri dari peralatan–peralatan *compressor, turbin*, dan peralatan pendukung lainnya, pabrik Kaltim-1 dan Kaltim-2 hampir seluruh area lantai 1 dan lantai 2 kebisingannya melebihi 95 dBA, Kaltim 3 lantai 1 dan lantai 2, 70 persen area *Compressor House* kebisingannya melebihi 95 dBA, sedangkan area *Compressor House* lantai 1 dan lantai 2 pabrik Kaltim 4 kebisingannya di bawah 95 dBA.
Peralatan-peralatan *compressor, turbin*, dan sebagainya untuk kegiatan produksi pabrik Kaltim-1, Kaltim-2, Kaltim-3 dan Kaltim-4 menimbulkan kebisingan.
2. Fraksi kumulatif bising area *Compressor House* Kaltim-1, Kaltim-2 dan Kaltim-3 lebih besar dari 1, maka bekerja di area tersebut dengan waktu tertentu secara administratif bisa diatasi dengan rotasi karyawan secara berkala, sedangkan fraksi kumulatif bising area *Compressor House* Kaltim-4 kurang dari 1 dapat diatasi dengan menggunakan alat pelindung diri *ear plug*.
3. Masih kurang ditaatinya penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) bagi karyawan yang bekerja di area *Compressor House* pabrik Kaltim 1,2 dan 3 karena kurang tegasnya sistim pengawasan yang dilakukan pihak manajemen, sanksi tidak dijalankan, APD tidak nyaman digunakan, komunikasi dua arah melalui radio HT terganggu.

5.2 Saran

1. Sistem pola kerja diatur sedemikian rupa sehingga fraksi kumulatifnya diusahakan < 1 dengan cara mengurangi waktu pengisian *log sheet* bagi operator.
2. Perlu sanksi yang tegas dari pihak manajemen di masing-masing unit kerja terkait bila menemukan pelanggaran.
3. Mempermudah sistim birokrasi dalam pengambilan Alat Pelindung Diri (APD) khususnya *ear muff* dan *ear plug*.
4. Hasil pengukuran tingkat kebisingan pabrik perlu dievaluasi setiap tahun untuk melihat perkembangan dan perubahan yang terjadi
5. Secara periodik perlu dilakukan evaluasi dan sosialisasi alat pelindung diri seperti *ear muff* dan *ear plug*
6. Pemetaan tingkat kebisingan yang ditandai dengan perwarnaan (hijau, kuning dan merah) agar dijadikan sebagai standar perbaikan rambu kebisingan di area pabrik.
7. Penelitian jangka panjang mengenai treatment akustik atau pengembangan seperti *noise barrier*, *enclosure* atau membuat mesin agar tidak bising sebaiknya mulai dipersiapkan.

Daftar Pustaka

- Anonimous,1999. *Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor: KEP- 51/MEN/1999. "Baku Tingkat Kebisingan"*, Jakarta.
- Anonimous, 1996. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor:KEP-48/MENLH/11/1996. "Baku Tingkat kebisingan"*, Jakarta.
- Annie,Yusuf. 2000 "*Bising Bisa Timbulkan Tinnitus dan Tuli*", Intisari, Jakarta
- Harris.C. M.,1991, "*Handbook of Acoustical Measurements and Noise Control*" ,McGraw-Hill Book Company, NewYork.
- Imansyah,B, S, Achmad R.D, 2006, "*Bising Ancam Pendengaran*", Pikiran-Rakyat,Bandung
- PKT, 2002. *A Challenging Journey (perjalan penuh tantangan)1977-2002*. PT. Pupuk Kaltim Bontang.
- PKT-UNDIP, 2004. "*Pemetaan Kebisingan Lingkungan PT. Pupuk Kaltim*", Bontang.
- PKT,1998. *Petunjuk dan Peraturan K3*,. PT. Pupuk Kaltim. Bontang.
- Quadrant Utama, AcET Service Indonesia. 2002, "*Modul Pelatihan Noise Control Management*", Bandung.
- Sasongko D.P, A. Hadiarto, Sudharto P Hadi, Nasio A.H, A. Subagyo, 2000, *Kebisingan Lingkungan*, Badan Penerbit Universitas Diponogoro, Semarang.
- www.pemda-diy.go.id/berita/article, 15 Pebruari 2007*Tuli Akibat Bising*,
- www.menlh.go.id/apec_vc/osaka/eastjava/noise_id/index.html, 20 Maret 2007 "*Kebisingan dan Getaran*", *Environmental Pollution Control Center,2004, Osaka Prefecture,Japan*