

**ANALISIS KEBISINGAN PERALATAN DI AREA COMPRESSOR
HOUSE AMONIA PABRIK KALTIM-1, KALTIM-2, KALTIM-3 DAN
KALTIM-4
PT. PUPUK KALIMANTAN TIMUR Tbk**



Tesis

Joedi Hartono
L4K002025

**PROGRAM MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2004**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KEBISINGAN PERALATAN DI AREA COMPRESSOR
HOUSE AMONIA PABRIK KALTIM-1, KALTIM-2, KALTIM-3 DAN
KALTIM-4
PT. PUPUK KALIMANTAN TIMUR Tbk**

Disusun oleh

Joedi Hartono
L4K002025

Menyetujui dan mengesahkan

Penguji I

(Ir. Agus Hadiyanto, MT)

Penguji II

(Ir. Bambang Triono Basuki, MEng)

Mengetahui Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Prof. Dr. Ir. Sutrisno Anggoro, MS

Pembimbing II

Drs. Dwi P. Sasongko M.Si

**Mengetahui,
Ketua Program
Magister Ilmu Lingkungan,**



(Prof. DR. Sudharto P. Hadi, MES)

UPT-PUSTAK-UNDIP

No. Daft: 3229/IT/ML/01
Tgl. 30/12 04

TESIS

**ANALISIS KEBISINGAN PERALATAN DI AREA COMPRESSOR
HOUSE AMONIA PABRIK KALTIM-1, KALTIM-2, KALTIM-3 DAN
KALTIM-4
PT. PUPUK KALIMANTAN TIMUR Tbk**

Disusun oleh

Joedi Hartono
L4K002025

**Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada tanggal 14 Juni 2004
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima**

Menyetujui,

Pembimbing I



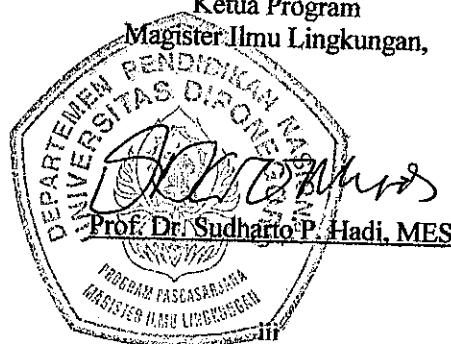
Prof. Dr. Ir. Sutrisno Anggoro, MS

Pembimbing II



Drs. Dwi P. Sasongko M.Si.

Mengetahui,
Ketua Program
Magister Ilmu Lingkungan,



KATA PENGANTAR

Tesis ini disusun dengan maksud memenuhi sebagian persyaratan untuk mencapai derajat Sarjana S-2 pada Program Pascasarjana Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang.

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

Pertama-tama, penulis panjatkan rasa syukur ke hadirat Allah Bapa, yang telah memberi hikmat akal budi kepada penulis dan atas kasih karunia-Nya penulis mendapat kesempatan untuk menyelesaikan program S-2 di Universitas Diponegoro Semarang. Sebab segala sesuatu adalah dari Dia, oleh Dia dan kepada Dia, bagi Dialah kemuliaan sampai selama-lamanya (Roma 11 : 36)

Penulis sampaikan rasa terima yang tak terhingga kepada istri tercinta penulis, Sri Djuwani Ekowati, dan kedua anak penulis, Benaya Chrisyukananda dan Andreas Chrisdikananda, atas pengertian, kesabaran dan bantuan mereka, sehingga selain tugas penulis untuk memenuhi kewajiban keluarga, penulis masih sempat melakukan studi lanjutan dan penelitian, sampai terselesaikannya tesis ini. Demikian juga kepada ayahanda tersayang penulis, Bapak Djuwali dan ibunda tersayang penulis, Ibu Kamini, adik-adik dan saudara-saudara semua yang senantiasa turut mendukung dalam segala usaha dan doa dalam menyelesaikan tesis ini.

Dalam kesempatan ini, penulis sampaikan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada Prof. Ir. Eko Budihardjo, M. Sc. selaku Rektor Undip Semarang, Prof. Dr. dr. Suharyo selaku Direktur Program Pascasarjana Undip Semarang, Prof. Dr. Sudharto P. Hadi, MES selaku Ketua Program S-2 Ilmu Lingkungan Undip Semarang, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti program pascasarjana di Universitas Diponegoro Semarang.

Rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya disampaikan oleh penulis kepada Prof. Dr. Ir. Sutrisno Anggoro, MS dan Drs. Dwi P. Sasongko M.Si, yang

telah bertindak sebagai Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II dan Dosen penguji.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada Kepala Biro K3LH dan rekan-rekan dari unit kerja Hiperkes Biro K3LH, serta semua pihak yang membantu kelancaran dalam penelitian tesis ini.

Kami menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu kritik dan saran yang konstruktif sangat kami nantikan. Akhirnya penulis berharap tesis ini bermanfaat bagi yang berkepentingan.

Kiranya Allah sebagai sumber kasih dan damai sejahtera selalu melimpahkan berkat kepada kita sekalian.

Semarang, Juni 2004

Penulis

Joedi Hartono

DAFTAR ISI

	Halaman
COVER DEPAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I : PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat penelitian	3
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Landasan Teori	
2.1.1. Aspek Fisis Kebisingan	4
2.1.2. Tekanan, daya suara dan intensitas suara	5
2.1.3. Kontrol Kebisingan	6
2.1.4. Sumber dan Kriteria Kebisingan	6
2.1.5. Pengendalian kebisingan	9
2.2 Pembahasan Penelitian terdahulu yang relevan	12
2.3 Originalitas Penelitian	12
BAB III : METODE PENELITIAN	
3.1 Rancangan Penelitian/Perspektif Pendekatan Penelitian	13
3.2 Ruang Lingkup Penelitian	13
3.3 Lokasi Penelitian	14
3.4 Variabel Penelitian	
3.4.1. Klasifikasi Variabel	15
3.4.2. Definisi Konseptual variabel	15
3.4.3. Definisi Operasional	16
3.5 Jenis dan Sumber Data	16
3.6 Instrument Penelitian	16
3.7 Populasi dan Teknik Pengambilan sampel	17
3.8 Teknik Pengumpulan Data	17
3.9 Teknik Analisis Data	18
BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Rona Lingkungan	19
4.2 Hasil Penelitian	19
4.3 Analisis Hasil Penelitian	24
4.4 Pembahasan	37

BAB V	: SIMPULAN DAN SARAN	
	5.1. Simpulan	41
	5.2. Saran	41
DAFTAR PUSTAKA		43
LAMPIRAN		44

**ANALISIS KEBISINGAN PERALATAN DI AREA *COMPRESSOR HOUSE*
AMONIA PABRIK KALTIM-1, KALTIM-2, KALTIM-3 DAN KALTIM-4
PT. PUPUK KALIMANTAN TIMUR Tbk**

Oleh ;

Joedi Hartono*, Sutrisno Anggoro**, Dwi P. Sasongko***

ABSTRAK

Dalam operasional pabrik yang memproduksi Amonia dan Urea memerlukan peralatan-peralatan produksi seperti turbin, compresor, yang dalam operasionalnya menimbulkan kebisingan. 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 PT. Pupuk Kaltim yang mencakup pengendalian untuk karyawan dan juga untuk lingkungan sekitar pabrik.

Telah dilakukan pengukuran tingkat kebisingan kegiatan operasional pabrik di PT. Pupuk Kalimantan Timur, Tbk pada bulan Maret – April 2004. Analisis kebisingan dilakukan untuk mengidentifikasi sumber bising, perhitungan tingkat bising ekivalen 24 jam (3 *shift* operasi pabrik), paparan bising yang diterima oleh karyawan, dan perhitungan fraksi kumulatif bising dikaitkan dengan pengaturan administratif.

Hasil analisis memperlihatkan bahwa tingkat kebisingan yang ditimbulkan oleh peralatan di area *compressor house* pabrik Kaltim-1, Kaltim-2, Kaltim-3, Kaltim-4 telah melampaui nilai ambang batas kebisingan menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor 51 Tahun 1999 tentang nilai ambang batas kebisingan

Kata-kata kunci ; kebisingan, *compressor house* amonia, PKT Bontang

*) Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro

***) Pembimbing I

****) Pembimbing II

**ANALYSE THE EQUIPMENTS NOISE IN AREA OF COMPRESSOR HOUSE
AMMONIA OF FACTORY KALTIM-1, KALTIM-2, KALTIM-3 DAN KALTIM-4
PT. PUPUK KALIMANTAN TIMUR Tbk.**

by ;

Joedi Hartono*, Sutrisno Anggoro**, Dwi P. Sasongko***

ABSTRACT

The operational activity of a factory produced ammonia and urea need equipments such as turbine, compressor with cause noisy. The noise influence comfortable and health, especially from the operational activity of factory equipments, whereas the operator (the employee who operates the factory equipments) is the environment component affected influence of increasing noise.

The efforts of restrain is needed in the factory environment of PT. Pupuk Kaltim which include restrain for employees and the factory environment.

The noise measurement of the operational activity of factory in PT. Pupuk Kalimantan Timur Tbk have been conducted on March to April, 2004. Noise analysis done to identify the noisy source, noisy storey, level calculation of equivalen 24 clock (3 shift operate for the factory), paparan noise accepted by employees, and related to noisy cumulative faction calculation of administrative arrangement.

Result shows that noise storey level generated by equipments in area of compressor house of factory Kaltim-1, Kaltim-2, Kaltim-3 and Kaltim-4 have abysmal assess the sill of noise boundary according to Ministerial of Labour Affair, Decree of number 51 year 1999 about the noise standard.

Key words ; noise, compressor house amonia, PKT Bontang

* Magister of environment

** 1st advisor

*** 2nd advisor

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1, Tingkat lama kebisingan yang diperbolehkan	8
Tabel 2, Hasil perhitungan kebisingan (dBA)	23
Tabel 3, Jumlah dan persentase hasil audiogram karyawan	40

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Nama gambar	Halaman
Gambar 1,	Tanggapan telinga terhadap suara	7
Gambar 2,	Diagram alir penelitian kebisingan	14
Gambar 3,	Lay out titik pengukuran kebisingan <i>compressor house</i> lantai 2 Kaltim-1	19
Gambar 4,	Lay out titik pengukuran kebisingan <i>compressor house</i> lantai 1 Kaltim-1	20
Gambar 5,	Lay out titik pengukuran kebisingan <i>compressor house</i> lantai 2 Kaltim-2	20
Gambar 6,	Lay out titik pengukuran kebisingan <i>compressor house</i> lantai 1 Kaltim-2	20
Gambar 7,	Lay out titik pengukuran kebisingan <i>compressor house</i> lantai 2 Kaltim-3	21
Gambar 8,	Lay out titik pengukuran kebisingan <i>compressor house</i> lantai 1 Kaltim-3	21
Gambar 9,	Lay out titik pengukuran kebisingan <i>compressor house</i> lantai 2 Kaltim-4	22
Gambar 10,	Lay out titik pengukuran kebisingan <i>compressor house</i> lantai 1 Kaltim-4	22
Gambar 11,	<i>Contour</i> kebisingan <i>compressor house</i> lantai 1 Kaltim-1	25
Gambar 12,	<i>Contour</i> kebisingan <i>compressor house</i> lantai 2 Kaltim-1	25
Gambar 13,	<i>Contour</i> kebisingan Kaltim-1	26
Gambar 14,	<i>Contour</i> kebisingan <i>compressor house</i> lantai 1 Kaltim-2	27
Gambar 15,	<i>Contour</i> kebisingan <i>compressor house</i> lantai 2 Kaltim-2	27
Gambar 16,	<i>Contour</i> kebisingan Kaltim-2	28
Gambar 17,	<i>Contour</i> kebisingan <i>compressor house</i> lantai 1 Kaltim-3	29
Gambar 18,	<i>Contour</i> kebisingan <i>compressor house</i> lantai 2 Kaltim-3	29
Gambar 19,	<i>Contour</i> kebisingan Kaltim-3	30
Gambar 20,	<i>Contour</i> kebisingan <i>compressor house</i> lantai 1 Kaltim-4	31
Gambar 21,	<i>Contour</i> kebisingan <i>compressor house</i> lantai 2 Kaltim-4	31
Gambar 22,	<i>Contour</i> kebisingan Kaltim-4	32
Gambar 22 ^a ,	<i>Contour</i> kebisingan pabrik PKT secara keseluruhan	33
Gambar 23,	Tingkat bising <i>compressor house</i> Kaltim-1	34
Gambar 24,	Tingkat bising <i>compressor house</i> Kaltim-2	35
Gambar 25,	Tingkat bising <i>compressor house</i> Kaltim-3	36
Gambar 26,	Tingkat bising <i>compressor house</i> Kaltim-4	37
Gambar 27,	Pengukuran kebisingan <i>compressor house</i> amonia lantai 2 Kaltim-1	49
Gambar 28,	Pengukuran kebisingan <i>compressor house</i> amonia lantai 1 Kaltim-2	49
Gambar 29,	Pengukuran kebisingan <i>compressor house</i> amonia lantai 2 Kaltim-4	50
Gambar 30,	Sound level meter yang digunakan untuk mengukur kebisingan	50

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1, Tata letak peralatan pabrik	44
Lampiran 2, Hasil perhitungan kebisingan <i>compressor house</i> Kaltim-1	45
Lampiran 3, Hasil perhitungan kebisingan <i>compressor house</i> Kaltim-2	46
Lampiran 4, Hasil perhitungan kebisingan <i>compressor house</i> Kaltim-3	47
Lampiran 5, Hasil perhitungan kebisingan <i>compressor house</i> Kaltim-4	48
Lampiran 6, <i>Equipment noise data for compressor</i>	50
Lampiran 7, Keputusan Menteri Tenaga Kerja nomor : KEP-51/MEN/1999	53
Lampiran 8, Sertifikat kalibrasi <i>sound level meter</i>	59

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

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

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 PT. Pupuk Kaltim yang mencakup pengendalian untuk karyawan dan juga untuk lingkungan sekitar pabrik.

Manusia normal mampu mendengar suara berfrekuensi 20 - 20.000 Hz dengan tingkat kebisingan di bawah 80 dB. Kebisingan yang terus menerus dan dipaksakan, bisa merusak pendengaran karena bisa mematikan fungsi sel-sel rambut dalam sistem pendengaran. Gejala awal seringkali tidak dirasakan kecuali telinga berdengung, kemudian diikuti oleh menurunnya pendengaran. Tempat kerja yang bising dan penuh getaran bisa mengganggu pendengaran dan keseimbangan para pekerja. Gangguan yang tidak dicegah maupun diatasi bisa menimbulkan kecelakaan, baik pada pekerja maupun orang di sekitarnya (<http://www.indonesia.com/intisari/1998/april/kuping.htm>).

Upaya pengendalian bising dapat ditempuh dengan melihat hal-hal yang berkaitan dengan timbulnya bising antara lain upaya pengendalian pada sumbernya, pengendalian pada media rambatannya dan pengendalian kebisingan pada manusia sendiri. Dalam upaya pengendalian kebisingan agar lebih efektif

maka perlu dilakukan identifikasi masalah kebisingan di pabrik, menentukan tingkat kebisingan yang diterima oleh karyawan. Dari data yang diperoleh dapat dipakai sebagai bahan analisis hal-hal yang berkaitan dengan upaya mengurangi kebisingan secara teknis. Selain itu juga pengendalian kebisingan dapat ditempuh secara administratif dengan cara mengatur pola kerja.

Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor : KEP -51/MEN/1999, tentang Nilai Ambang Batas (NAB) untuk kebisingan di tempat kerja ditetapkan 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 terus menerus tidak lebih dari 8 jam sehari dan 40 jam seminggu.

Kegiatan operasional pabrik PT. Pupuk Kaltim yang menggunakan peralatan-peralatan seperti kompresor, turbin, dan sebagainya, semuanya menimbulkan kebisingan. Peralatan-peralatan tersebut dalam kegiatan produksi pabrik Kaltim-1, Kaltim-2, Kaltim-3, Kaltim-4 diasumsikan sebagai sumber bising. Berdasarkan *individual test* yang dilakukan *manufacture* pada saat fabrikasi/ pembuatan kompresor, diperoleh hasil pengukuran tingkat kebisingan kompresor sebesar 90 dBA (Anonymous, 1998). Di area *compressor house* amonia masing-masing pabrik terdapat minimal 3 kompresor. Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja nomor KEP - 51/MEN/1999 tersebut, kebisingan yang ditimbulkan akibat operasional pabrik khususnya di area *compressor house* amonia telah melampaui baku tingkat kebisingan sehingga akan berpengaruh pada karyawan/operator pabrik.

1.2. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya yaitu operasional pabrik PT. Pupuk Kaltim yang menggunakan peralatan-peralatan seperti kompresor, turbin, dan sebagainya, dalam kegiatan produksi semuanya menimbulkan kebisingan. Kebisingan berpotensi mempengaruhi kenyamanan dan kesehatan operator (karyawan yang mengoperasikan peralatan 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, menentukan tingkat kebisingan yang

diterima oleh karyawan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah diperlukan upaya pemetaan kontur kebisingan pada sumber bising tidak bergerak (peralatan) sebagai bagian dari upaya pencegahan dan perlindungan untuk melindungi pekerja/karyawan yang ada di lingkungan pabrik.

1.3. Tujuan Penelitian

- a. Mengukur dan menganalisis tingkat bising peralatan serta membuat kontur kebisingan area *compressor house* sebagai bahan evaluasi pengendalian kebisingan.
- b. Merumuskan fraksi kumulatif bising terhadap karyawan dan upaya pengendalian bising terhadap karyawan
- c. Mengevaluasi tingkat bising yang ditimbulkan kegiatan pabrik.

1.4. Manfaat Penelitian

- a. Dengan penelitian ini diharapkan mendapat manfaat bagi karyawan untuk mengetahui tingkat bising area *compressor house*, dalam kaitannya dengan produktifitas karyawan secara keseluruhan, dan model pengendalian bising yang akan diterapkan.
- b. Upaya pengendalian bising lebih terfokus pada kenyamanan kerja, kesehatan, produktifitas kerja individu, maupun manfaat psikologis dan perilaku karyawan.
- c. Tingkat bising yang ditimbulkan dari operasional pabrik dapat diketahui dengan mudah dan cepat, selain itu manfaat evaluasi ini untuk perusahaan yaitu meningkatkan produktifitas karyawan secara keseluruhan, mengurangi terjadinya pelanggaran Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

2.1.1. Aspek Fisis Kebisingan

Kebisingan adalah bunyi yang tidak dikehendaki karena tidak sesuai dengan konteks ruang dan waktu sehingga dapat menimbulkan gangguan terhadap kenyamanan dan kesehatan manusia (Sasongko, dkk, 2000).

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 rambatan energi mekanis dalam medium udara menurut pola rambatan longitudinal. Rambatan gelombang di udara ini dikenal sebagai suara atau bunyi.

Laju rambat gelombang suara di udara bergantung pada suhu sekitar. 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 tergantung pada frekuensi dan kelembaban udara.

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.

Pada umumnya dalam dunia industri, sumber bunyi merupakan gabungan dari beberapa komponen sumber suara (PT. Quadrant Utama, 1998) ;

- 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. *Electrical equipment*, bising yang disebabkan efek perubahan fluks elektromagnetik pada bagian inti yang terbuat dari logam, misalnya generator, motor listrik, transformator.
- d. *Temperature difference*, bising yang terbentuk oleh pemuaian dan penyusutan fluida, misalnya terjadi pada mesin jet pesawat.

2.1.2. Tekanan, daya suara dan intensitas suara

Rambatan 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 International (SI) dinyatakan dalam pascal (Pa) atau N/m^2 . Tekanan suara dapat dirumuskan menurut persamaan (Sasongko, dkk, 2000) :

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

dimana $P(t)$ = tekanan suara (Pa)
 P_a = tekanan atmosfer udara ($1,01 \times 10^5$ Pa)
 $p(t)$ = gangguan tekanan suara (Pa)

Sound pressure digunakan untuk mendapatkan nilai rata-rata positif dari sinyal yang beresilasi.

Sound power level (aras daya suara), menyatakan satuan daya suara dalam skala logaritmis, dirumuskan dengan persamaan :

$$L_w = 10 \log (W/W_0) \quad \dots\dots\dots (2)$$

dimana L_w = aras daya suara (dB)
 W = daya suara (watt)
 W_0 = daya suara acuan (10^{-12} watt)

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

$$I = W/S = W/4\pi r^2 \quad \dots\dots\dots (3)$$

dimana 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 aras intensitas suara (sound intensity level), yang dirumuskan dengan persamaan :

$$L_i = 10 \log (I/I_0) \quad \dots\dots\dots (4)$$

dimana L_i = aras intensitas suara (dB)
 I = intensitas suara (W/m^2)
 I_0 = intensitas suara acuan ($10^{-12} W/m^2$)

2.1.3. Kontrol kebisingan

Kebisingan sebagai suara yang tidak dikehendaki harus dikendalikan agar tidak mengganggu kenyamanan dan kesehatan manusia. Getaran yang dibangkitkan secara terus menerus (kontinyu) akan mengakibatkan stress, mual atau pusing tergantung dari frekuensi yang dibangkitkan. Tingkat kebisingan pada suatu titik yang berasosiasi dengan sumber peruntukan lingkungan yang tertentu disebut kebisingan ambien.

Kontrol kebisingan dilakukan sebagai upaya pengendalian kebisingan ambien untuk mereduksi tingkat kebisingan sampai taraf yang ditentukan oleh baku tingkat kebisingan untuk lingkungan dengan peruntukan tertentu.

Secara umum kontrol kebisingan diklasifikan atas tiga kategori yaitu ;

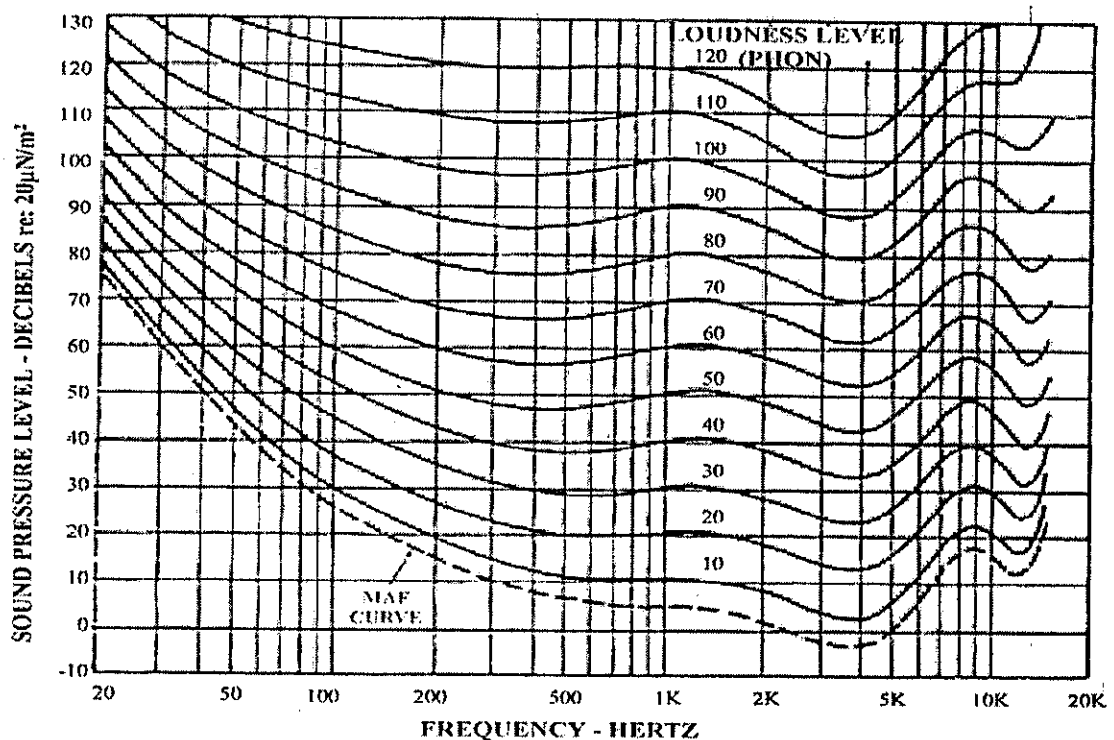
- a. Kontrol kebisingan pada sumber kebisingan
- b. Kontrol kebisingan pada lintasan (medium perambatan suara)
- c. Kontrol kebisingan pada penerima (manusia)

2.1.4. Sumber dan Kriteria Kebisingan

Dari sudut pandang lingkungan, kebisingan adalah masuk atau dimasukkannya energi (suara) ke dalam lingkungan hidup sedemikian rupa sehingga mengganggu peruntukannya. Dari sudut pandang lingkungan, maka kebisingan lingkungan termasuk kategori pencemaran karena dapat menimbulkan

gangguan terhadap kenyamanan dan kesehatan manusia. Munculnya kebisingan biasanya akan memberikan pengaruh terhadap penduduk atau pekerja di sekitar sumber kebisingan (Sasongko, dkk, 2000).

Pengaruh kebisingan terhadap manusia tergantung pada karakteristik fisis, waktu berlangsung dan waktu kejadiannya. Pendengaran manusia sebagai salah satu indera yang berhubungan dengan komunikasi/suara. Telinga berfungsi sebagai fonoreseptor yang mampu merespon suara pada kisaran antara 0 – 140 dB. Frekuensi yang dapat direspon oleh telinga manusia antara 20 sampai 20.000 Hz (gambar 1), dan sangat sensitif pada frekuensi antara 1000 sampai 4000 Hz. Ambang batas keamanan yang direkomendasikan oleh *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) dan Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) dan mengacu pada Keputusan Menteri Tenaga Kerja nomor KEP - 51/MEN/1999, tentang baku tingkat kebisingan, yaitu intensitas bisung rata-rata tidak lebih dari 85 dB selama delapan jam per hari atau 40 jam per minggu, serta akselerasi getaran tidak lebih dari 4 m/dt².



Gambar 1. Tanggapan telinga terhadap suara
(Mackenzie, 1991, halaman 519)

Kriteria risiko kerusakan pendengaran yang dikeluarkan oleh *Occupational Safety and Health Administration (OSHA) Standard Number 1926.52* disajikan pada tabel 1.

Tabel 1, Tingkat lama kebisingan yang diperbolehkan

No.	Lama kebisingan yang diperbolehkan per hari (jam)	Tingkat Kebisingan *) (dBA)	Tingkat Kebisingan **) (dBA)
1.	8	90	85
2.	6	92	
3.	4	95	88
4.	3	97	
5.	2	100	91
6.	1 ½	102	
7.	1	105	94
8.	½	110	97
9.	< ¼	115	100

*) Sumber : OSHA Standard Number 1926.52, 2003

**) Sumber : Lampiran II Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP-51/MEN/1999

Desibel A (dBA) adalah besaran akustik yang umum digunakan dalam praktek sehari-hari untuk menunjukkan besarnya besarnya bising. Ada beberapa skala dB yang disesuaikan dengan karakteristik tanggapan telinga manusia terhadap suara antara lain ;

- a. Skala dBA untuk menilai tanggapan manusia terhadap tingkat bising lingkungan luar dan dalam bangunan, seperti misalnya bising lalu lintas, bising lingkungan perumahan, bising ruangan, kantor, dan sebagainya.
- b. Skala dBB untuk tingkat bising yang lebih tinggi dari skala dBA
- c. Skala dBC untuk tingkat bising industri yang tinggi dari mesin-mesin sehingga memungkinkan terjadinya kerusakan fisiologis telinga manusia.
- d. Skala dBD untuk tingkat bising yang ditimbulkan oleh operasi pesawat udara.

Dari skala tersebut, hanya skala dBA yang dianggap paling sesuai dengan tanggapan telinga manusia terhadap suara. Dengan menggunakan skala dBA dalam pengukuran, maka tingkat bising yang diperoleh dari hasil pengukuran

tersebut dapat dipakai dasar untuk menggambarkan tingkat kebisingan (atau ketergangguan) manusia terhadap sumber bising.

Secara umum, pengaruh kebisingan bisa dikelompokkan dalam dua kelompok besar, yaitu:

1. Pengaruh auditorial (*Auditory effects*)

Pengaruh ini berhubungan langsung dengan fungsi (perangkat keras) pendengaran, seperti hilangnya/berkurangnya fungsi pendengaran, suara dering/berfrekuensi tinggi dalam telinga.

2. Pengaruh non-auditorial (*Non-auditory effects*)

Pengaruh ini bersifat psikologis, seperti gangguan cara berkomunikasi, kebingungan, stress, dan berkurangnya kepekaan terhadap masalah keamanan kerja.

Gangguan keseimbangan dan pendengaran dipengaruhi faktor usia lebih dari 40 tahun, masa kerja lebih dari sembilan tahun, jam kerja per hari lebih dari delapan jam, bekas perokok berat dan kegemukan. Gangguan keseimbangan dipengaruhi hal yang sama, hanya masa kerjanya lima sampai sembilan tahun, sedangkan gangguan pendengaran hanya dipengaruhi oleh faktor usia lebih dari 40 tahun.

Lingkungan dengan tingkat kebisingan lebih besar dari 104 dB atau kondisi kerja yang mengakibatkan seorang karyawan harus menghadapi tingkat kebisingan lebih besar dari 85 dBA selama lebih dari 8 jam memiliki tergolong sebagai *high level of noise related risks* (<http://homepage.stts.edu/-tigor/OSH.htm>, 26 April 2003).

2.1.5. Pengendalian kebisingan

Pada prinsipnya pengendalian bising mempunyai dua bagian penting yaitu ;

- a. Menjaga keselamatan dan kesehatan pendengaran para pekerja
- b. Mengurangi tingkat bising lingkungan

Secara umum teknik pengendalian kebisingan dibagi menjadi 3 aspek yaitu pengendalian kebisingan pada sumber kebisingan, pengendalian kebisingan pada medium propogasi dan pengendalian kebisingan pada manusia.

a) Pengendalian pada sumber

Pengendalian kebisingan pada sumber meliputi ;

- a. Perlindungan pada peralatan, struktur, dan pekerja dari dampak bising
- b. Pembatasan tingkat bising yang boleh dipancarkan sumber.

Reduksi kebisingan pada sumber biasanya memerlukan modifikasi atau mereduksi gaya-gaya penyebab getaran sebagai sumber kebisingan dan mereduksi komponen-komponen peralatan. Pengendalian kebisingan pada sumber relatif lebih efisien dan praktis dibandingkan dengan pengendalian pada lintasan/ rambatan dan penerima.

Upaya pengendalian kebisingan pada sumber dilakukan untuk mereduksi tingkat bising dapat dilakukan antara lain ;

1. Melihat kembali rancangan/*design* peralatan dengan pendekatan pengetahuan tentang vibrasi, mekanika fluida, ilmu bahan serta rancang bangun mesin. Untuk mengurangi kebisingan hal yang bisa dilakukan adalah ; menggunakan teknik aliran yang efisien, memisahkan *operating speed* dan *resonant speed*, menggunakan shock absorbing untuk menyerap benturan energi dan mengurangi area pancaran suara.
2. Kondisi operasional peralatan harus disesuaikan dengan kondisi rancangan, seperti memasang mesin-mesin pada pondasi yang kuat untuk mengurangi getaran dan rambatan suara melalui struktur padat, menggunakan alat pengendali suara seperti *silencer*.
3. Dan juga perawatan yang dilakukan terhadap peralatan, hal ini untuk mempertahankan kondisi tetap seimbang untuk mengurangi gaya-gaya normal dan rotasi, pembelian suku cadang harus sesuai dengan spesifikasinya, menggunakan pelumas sesuai spesifikasi secara teratur, memasang bantalan peredam pada kedudukan yang benar.

b) Pengendalian pada media rambatan

Pengendalian pada media rambatan dilakukan diantara sumber dan penerima kebisingan. Prinsip pengendaliannya adalah melemahkan intensitas kebisingan yang merambat dari sumber ke penerima dengan cara membuat hambatan-hambatan. Ada dua cara pengendalian kebisingan pada media rambatan yaitu *outdoor noise control* dan *indoor noise control*.

c) Pengendalian kebisingan pada manusia

Pengendalian kebisingan pada manusia dilakukan untuk mereduksi tingkat kebisingan yang diterima setiap hari. Pengendalian ini terutama ditujukan pada orang yang dalam hariannya menerima kebisingan, seperti karyawan pabrik dan orang lain lain yang menerima kebisingan.

Pada manusia kerusakan akibat kebisingan diterima oleh pendengaran (telinga bagian dalam) sehingga metode pengendaliannya memanfaatkan alat bantu yang bisa mereduksi tingkat kebisingan yang masuk ke telinga.

Pengendalian kebisingan pada manusia dilakukan untuk mereduksi tingkat kebisingan yang diterima harian. Cara yang biasa dipergunakan untuk pengendalian kebisingan pada manusia adalah ;

- a. Pengendalian secara teknik, yang pengendaliannya dapat pada sumber maupun lintasan.
- b. Pengendalian secara administratif yaitu berupa kriteria atau baku tingkat kebisingan untuk tindakan pencegahan yang menetapkan tingkat kebisingan maksimum yang diperbolehkan dan lamanya kebisingan yang boleh diterima dalam kaitannya dengan perlindungan pendengaran.

Apabila pengendalian secara teknis dan administratif belum dapat mereduksi tingkat dan lama kebisingan yang diterima maka digunakan alat pelindung kebisingan yaitu *earmuff* atau *earplug*.

Apabila kebisingan yang diterima setiap hari terdiri dari dua atau lebih periode yang berbeda tingkat kebisingannya maka pengaruh gabungan ini harus diperhitungkan atas dasar fraksi masing-masing periode.

d) Pengendalian kebisingan dalam industri

Jenis industri dan spesifikasi peralatan mesin yang digunakan sangat berpengaruh dalam pengendalian kebisingan. Beberapa hal yang perlu diperhatikan agar upaya pengendalian kebisingan di pabrik lebih efektif adalah sebagai berikut ;

- Identifikasi masalah kebisingan di pabrik
- Menentukan tingkat kebisingan yang diterima oleh pekerja
- Menentukan sumber bising
- Dari data yang ada ditempuh langkah penyesuaian kondisi operasi atau melakukan perawatan peralatan sehingga suara yang timbul dapat dikurangi
- Usaha lain dalam pengendalian dapat dilakukan dengan menambahkan bahan-bahan penyerap suara, atau penghalang suara lainnya tergantung situasi dan kondisi ruang kerja/pabrik
- Jika semua usaha pengendalian secara teknis belum berhasil menurunkan tingkat bising maka alternatif lain adalah pengendalian secara administratif yaitu dengan cara pengaturan pola kerja pada pekerja dikaitkan dengan penerimaan tingkat kebisingan.

2.2. Pembahasan Penelitian terdahulu yang relevan

Pada pabrik K-1, K-2, K-3 dan K-4 telah dilakukan pengukuran kebisingan setiap tahun oleh Bagian Hiperkes, Biro K3LH PT. Pupuk Kaltim untuk beberapa area peralatan dan belum pernah dilakukan penelitian secara mendalam berkaitan dengan dampak kebisingan terhadap karyawan.

2.3. Originalitas Penelitian

Kegiatan yang dilakukan selama ini hanya pemantauan melalui pengukuran tingkat bising di pabrik K-1, K-2, K-3, K-4 PT. Pupuk Kaltim, tetapi belum pernah dilakukan kajian secara komprehensif tentang sumber dan tata letak yang terkait dengan kebisingan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian/Perspektif Pendekatan Penelitian

Diagram alir pemetaan kebisingan ini seperti disajikan pada gambar 2.

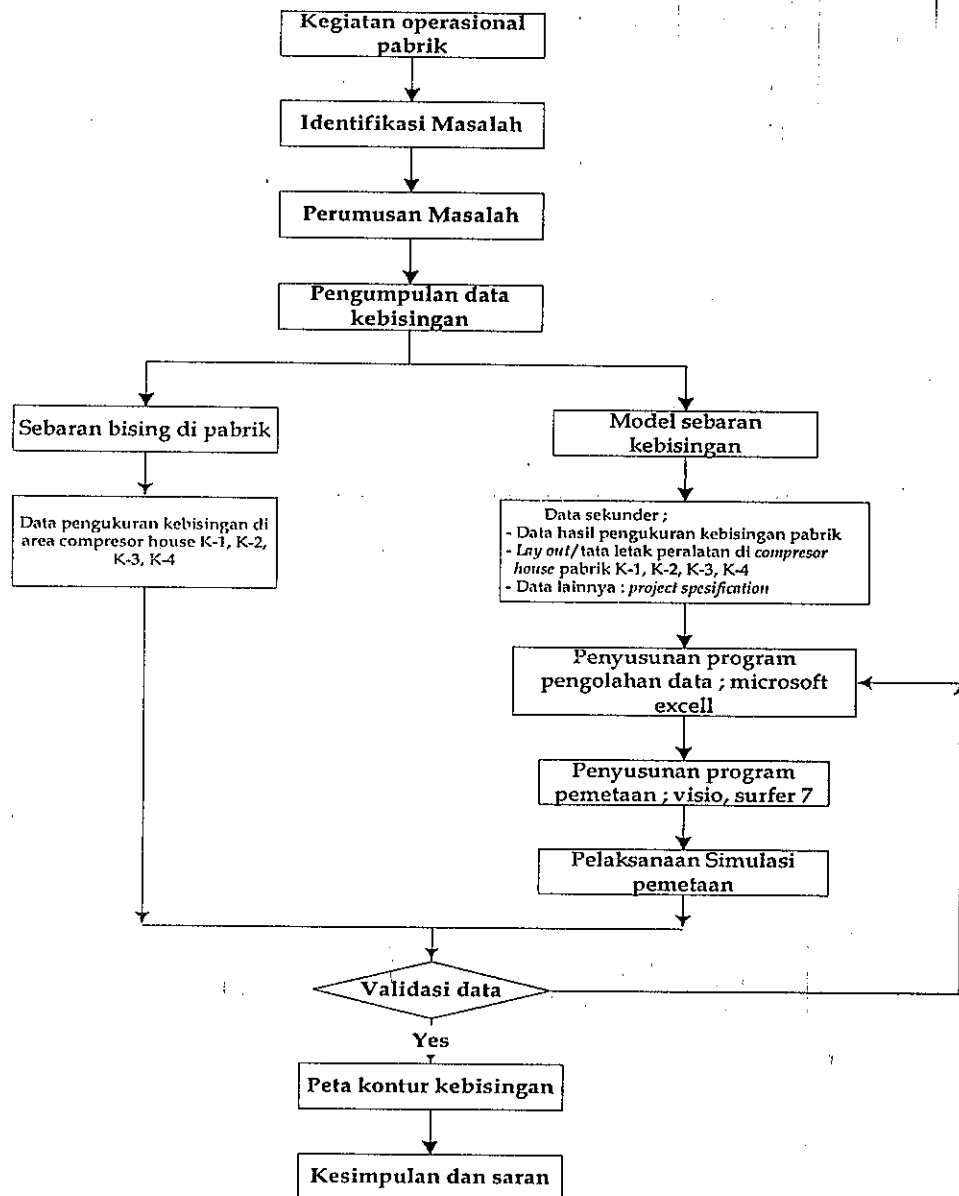
Perspektif pendekatan penelitian sebagai berikut ;

- a. Kegiatan pabrik menimbulkan kebisingan akibat beroperasinya peralatan pabrik → sehingga diperlukan kegiatan untuk mengidentifikasi sumber kebisingan.
- b. Karena kebisingan punya potensi untuk menimbulkan gangguan kerja dan kesehatan kerja, maka perlu dilakukan pengukuran kebisingan di dalam pabrik
- c. 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 sampai dengan 135 dB dan dalam bekerja membutuhkan suasana yang kondusif (sampai dengan 85 dB) maka diperlukan upaya pengendalian pengendalian kebisingan untuk mereduksi tingkat bising.

3.2. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup mengenai masalah yang akan diteliti dibatasi sebagai berikut ;

- a. Peralatan pabrik sebagai sumber bising
- b. Tata letak peralatan yang dikaitkan dengan tingkat kebisingan.



Gambar 2, Diagram alir pemetaan kebisingan

3.3. Lokasi Penelitian

Pemilihan lokasi penelitian adalah seluruh lingkungan pabrik PT. Pupuk Kaltim Tbk dengan fokus area *compressor house* amonia K-1, K-2, K-3, K-4. Alasan utama pemilihan lokasi tersebut diasumsikan beberapa peralatan seperti *syngas compressor*, *refrigerant compressor*, *air compressor* sebagai sumber kebisingan berada di pusat kegiatan unit produksi pabrik. Detail lokasi, tata letak peralatan pabrik disajikan pada Lampiran I.

3.4. Variabel Penelitian

3.4.1. Klasifikasi Variabel

1. Tingkat bising konstan ekivalen siang malam
2. Fraksi kumulatif kebisingan
3. Baku tingkat 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 perumusannya 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 ;

- a. *Shift* II (07.00 – 15.00) Wita
- b. *Shift* III (15.00 – 23.00) Wita
- c. *Shift* I (23.00 – 07.00) Wita

Model matematisnya disajikan menurut persamaan ;

$$L_{ek} = 10 \log (f_1 10^{0,1L_1} + f_2 10^{0,1L_2} + f_3 10^{0,1L_3}] \text{ dBA} \quad \dots\dots (5)$$

$$L_{ek} = 10 \log (5/15 10^{0,1L_1} + 5/15 10^{0,1L_2} + 5/15 10^{0,1L_3}] \text{ dBA}$$

dengan ;

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

f_1, f_2, f_3 adalah fraksi waktu terjadinya tingkat kebisingan pada interval waktu *shift* pabrik ($f_1=f_2=f_3 = 5/15$)

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).

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

Dimana F = fraksi kumulatif kebisingan

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 (Lampiran II)

3. Baku tingkat kebisingan ditetapkan melalui Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor : KEP-51/MEN/1999 tanggal 16 April 1999 (Lampiran II). Baku tingkat kebisingan yang ditetapkan ini 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 siang malam diukur dengan alat sound level meter selama 24 jam dan disajikan dalam satuan dBA.
2. Baku tingkat kebisingan ditetapkan berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor : KEP-51/MEN/1999 (Lampiran II), menyatakan nilai ambang batas untuk kebisingan di tempat kerja ditetapkan 85 dBA untuk waktu pemajanan 8 jam.

3.5. Jenis dan Sumber Data

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

a. Data Primer ;

- Pengukuran tingkat bising siang malam di lokasi *compressor house* pabrik K-1, K-2, K-3, K-4

- Observasi dan pemetaan *lay out*/tata letak beberapa peralatan di *compressor house* amonia K-1, K-2, K-3 & K-4

b. Data Sekunder ;

- Hasil pengukuran dari Biro K3LH PT. Pupuk Kalimantan Timur mengenai kebisingan area pabrik K-1, K-2, K-3 dan K-4
- Dokumen *plot plant* yang terkait dengan tata letak pabrik
- Spesifikasi peralatan yang berkaitan dengan *noise* / bising
- Hasil audimetri karyawan pabrik

3.6. Instrumen Penelitian

Dalam penelitian ini instrumen penelitian yang akan dipakai adalah ;

- *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 *contour* kebisingan

3.7. Populasi dan Teknik Pengambilan sampel

a. Populasi yang akan dipakai dalam penelitian ini

- Seluruh peralatan pabrik K-1, K-2, K-3, K-4 khususnya area *compressor house* amonia.

3.8. Teknik Pengumpulan Data

- Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan dengan memakai sebuah *sound level meter* selama 5 (lima) menit untuk setiap pengukuran. Pembacaan dilakukan setiap 5 (lima) detik. Waktu pengukuran dilakukan dalam interval 24 jam yang disesuaikan dengan *shift* karyawan pabrik yaitu ;

Shift I, 23.00 – 07.00 Wita

Shift II, 07.00 – 15.00 Wita

Shift III, 15.00 – 23.00 Wita

3.9. Teknik Analisis Data

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

- a. Pengukuran kebisingan, dilakukan 24 jam.
- b. Perhitungan tingkat bising memakai persamaan 5

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

- c. Fraksi kumulatif bising, dihitung menggunakan persamaan ;

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

Dimana 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 (Lampiran II)

BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

IV.1. Rona Lingkungan

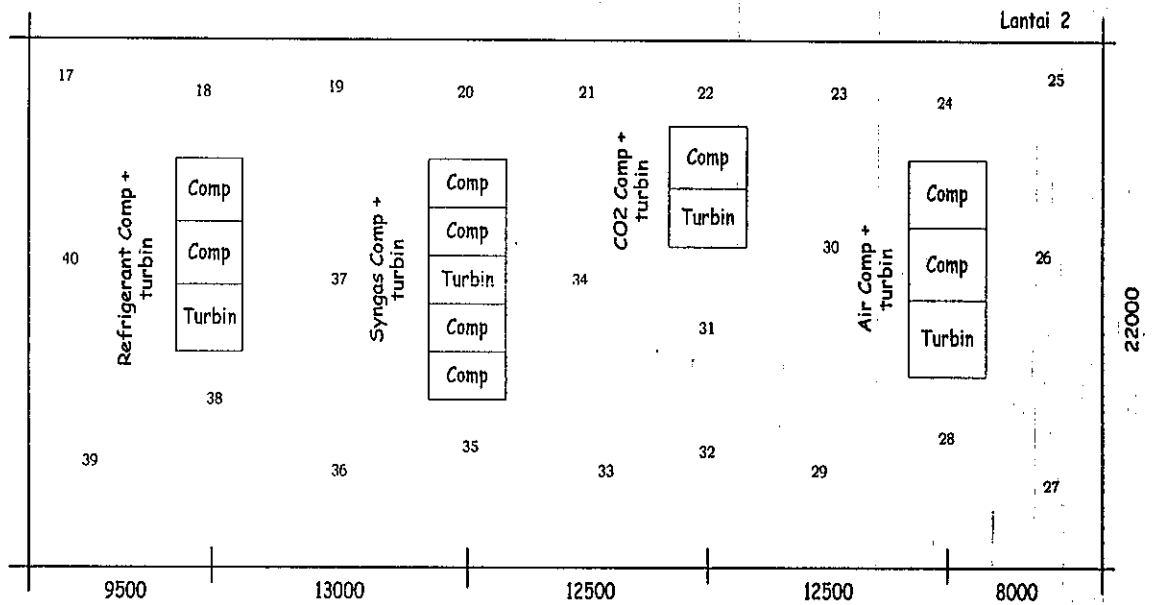
Area *compressor house* terdiri dari dua lantai. Lantai dua terdapat peralatan *compressor*, turbin dan peralatan instrumentasi, sedangkan lantai satu terdapat peralatan *exchanger*, *vessel*, *separator*, pompa dan *piping system* sebagai pendukung kerja *compressor* dan turbin.

IV.2. Hasil Penelitian

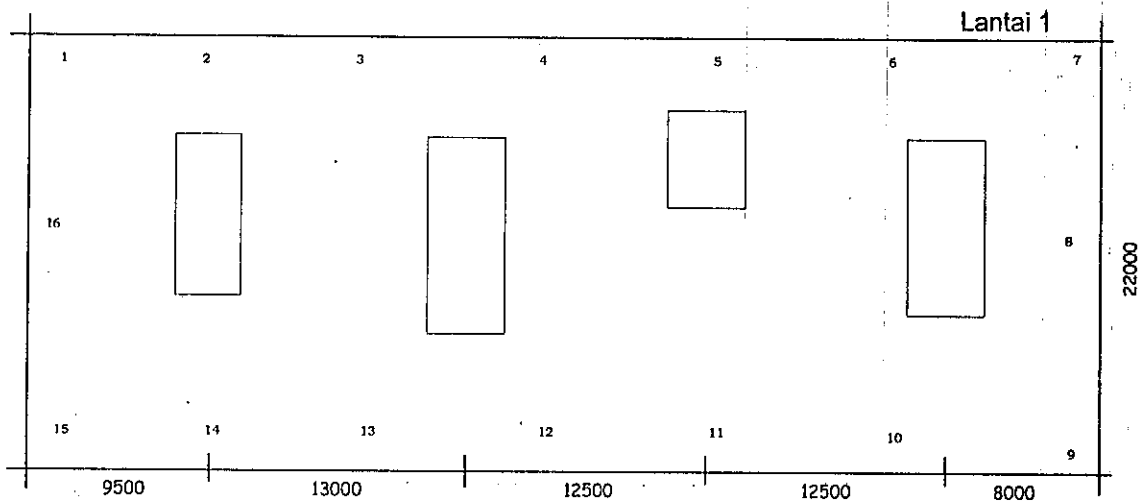
a. Peta titik ukur kebisingan

Peta titik ukur kebisingan *compressor house* amonia pabrik Kaltim-1, Kaltim-2, Kaltim-3 dan Kaltim-4 disajikan dalam gambar 3 – 10 sebagai berikut ;

Kaltim-1

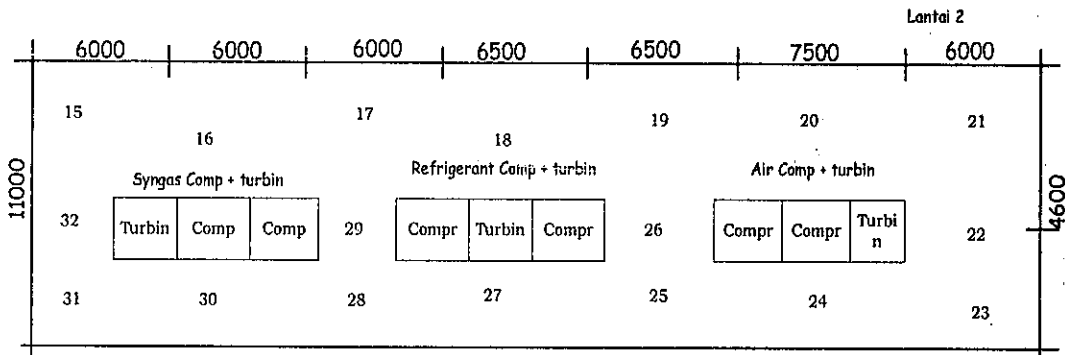


Gambar 3, *Lay out* titik pengukuran di area *compressor house* ammonia lantai 2 Kaltim-1

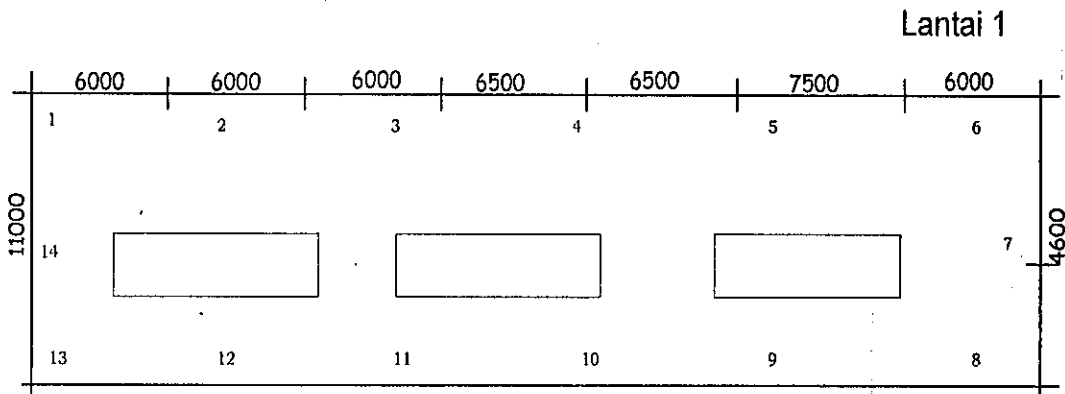


Gambar 4, Lay out titik pengukuran di area *compressor house* ammonia lantai 1 Kaltim-1

Kaltim-2

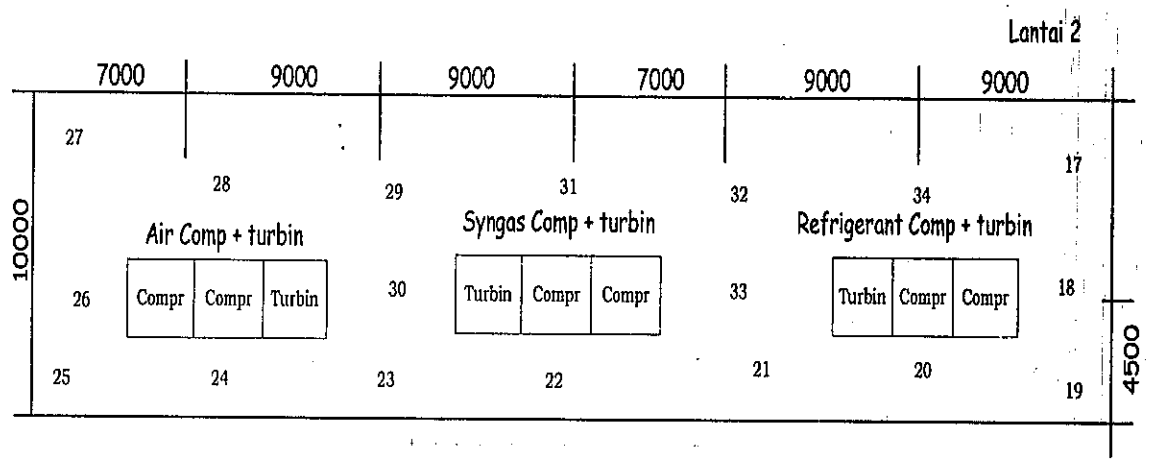


Gambar 5, Lay out titik pengukuran di area *compressor house* ammonia lantai 2 Kaltim-2

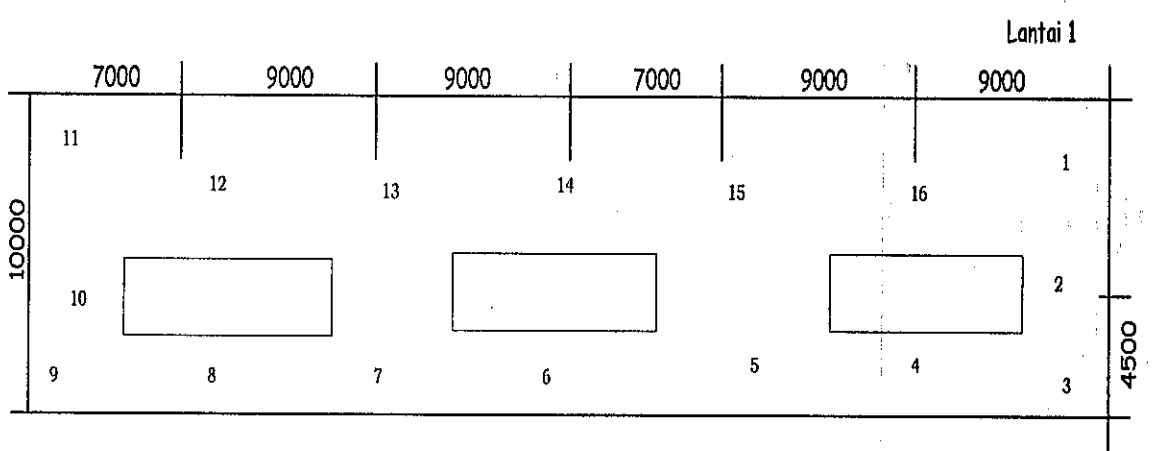


Gambar 6, Lay out titik pengukuran di area *compressor house* ammonia lantai 1 Kaltim-1

Kaltim-3

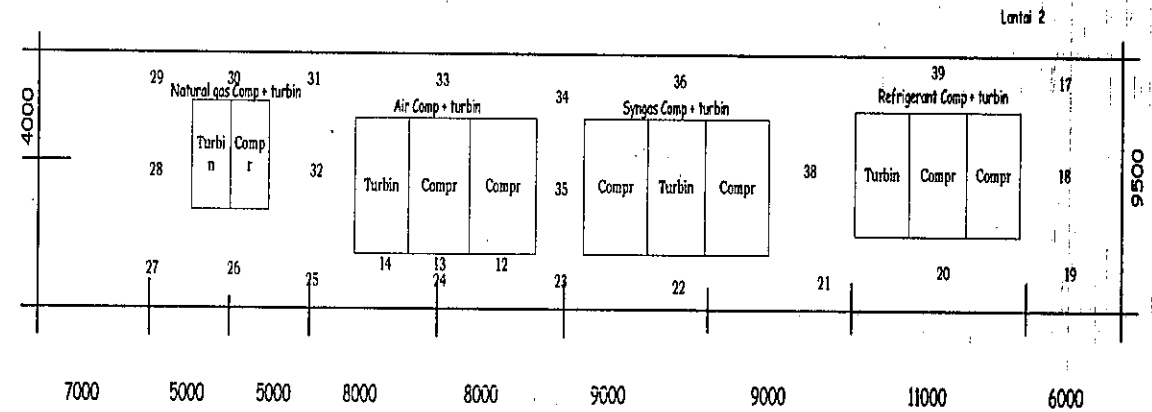


Gambar 7, Lay out titik pengukuran di area *compressor house* amonia lantai 2 Kaltim-3

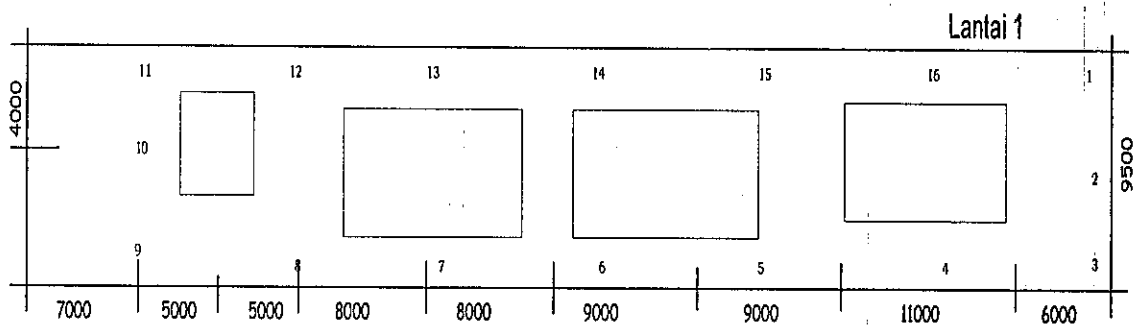


Gambar 8, Lay out titik pengukuran di area *compressor house* amonia lantai 1 Kaltim-3

Kaltim-4



Gambar 9, Lay out titik pengukuran di area *compressor house* amonia lantai 2 Kaltim-4



Gambar 10, Lay out titik pengukuran di area *compressor house* amonia lantai 1 Kaltim-4

b. Hasil pengukuran

Tanggal pengukuran : 13 Maret 2004 jam 08.00 s/d tanggal 14 Maret 2004 jam 06.55 dan tanggal 20 April 2004 jam 08.30 s/d tanggal 23 April 2004 jam 07.00

Rate produksi amonia saat pengukuran ;

- Kaltim-1 = 91%,
- Kaltim-2 = 95%,
- Kaltim-3 = 103%,
- Kaltim-4 = 100%

Berdasarkan hasil pengukuran kebisingan dan pengolahan data diperoleh tingkat kebisingan ekivalen area *compressor house* seperti disajikan dalam table 2.

Tabel 2, Hasil perhitungan kebisingan (L_{eq1} , L_{eq2} , L_{eq3} , dBA)

No. titik ukur	Kaltim-1 (dBA)	Kaltim-2 (dBA)	Kaltim-3 (dBA)	Kaltim-4 (dBA)
1	93,8		91,2	90,0
2			90,2	92,7
3			88,2	90,7
4			92,8	91,8
5			94,2	92,1
6		92,2		92,9
7		94,4		93,1
8				90,0
9			94,2	87,0
10			93,6	87,2
11				88,1
12				89,1
13				92,5
14				94,8
15				93,9
16	94,3		93,2	93,0
17	94,6		92,4	92,2
18	94,8		92,4	90,3
19			91,8	90,8
20			92,8	91,6
21		94,0	94,8	92,0
22		94,5		92,1
23		94,4		92,7
24				92,0
25				90,0
26				89,5
27				88,0
28				88,1
29				88,2
30				88,9
31				89,9
32				90,0
33				92,6
34		-	94,0	93,2
35		-	-	91,4
36		-	-	92,6
37		-	-	92,9
38		-	-	92,3
39		-	-	91,6
40		-	-	-

Keterangan : Lokasi dengan tanda “ - ” tidak dilakukan pengukuran
 Sumber : Olahan data primer, 2004

IV.3. Analisis Hasil Penelitian




Kebisingan Lingkungan Pabrik

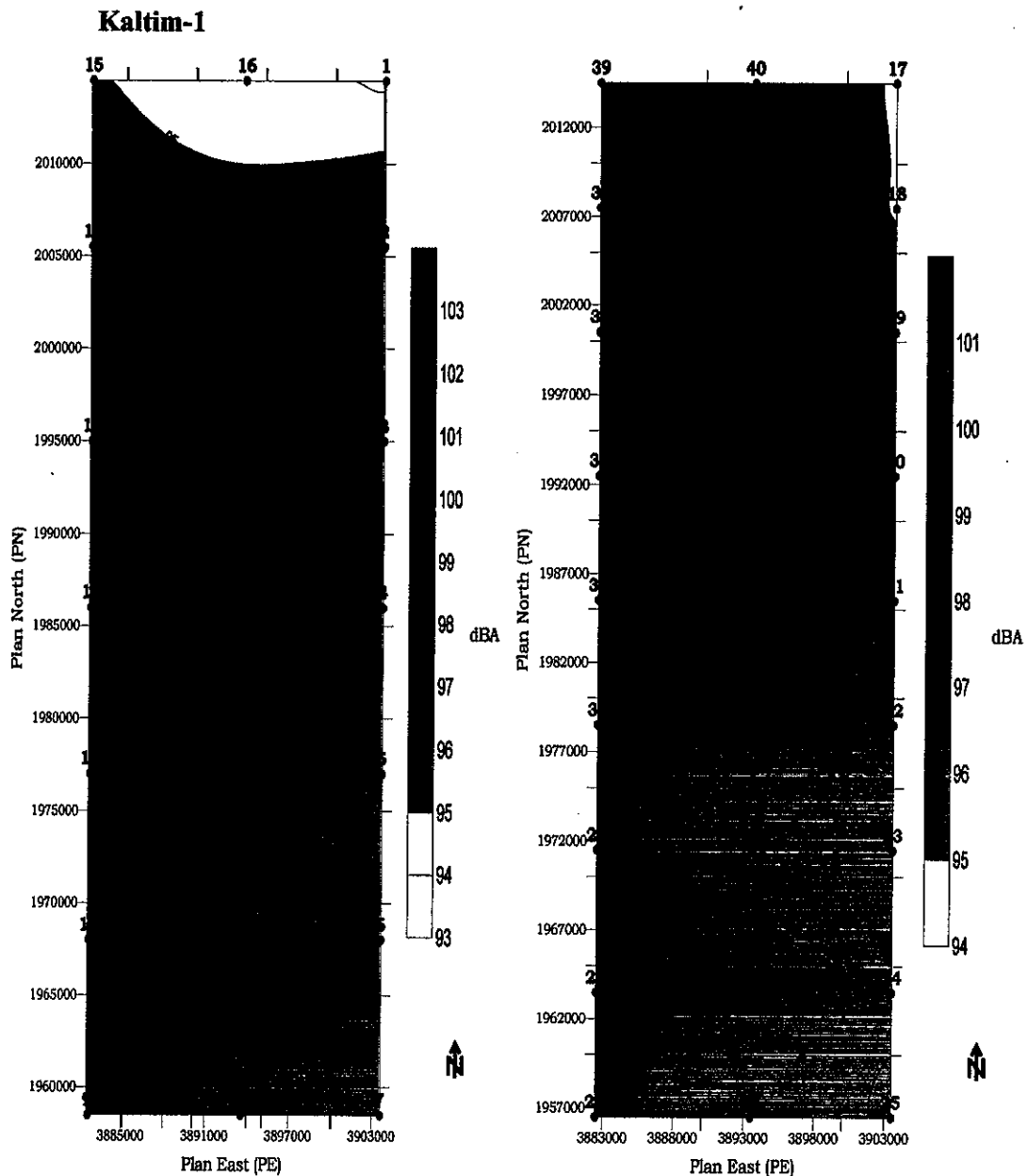
Peralatan-peralatan yang digunakan dalam operasional pabrik mempunyai jenis dan spesifikasi tertentu sangat menentukan tingkat kebisingan yang dihasilkan. Pengukuran dan pemetaan kebisingan yang dilakukan di lingkungan pabrik diperlukan untuk memetakan kontur kebisingan dan zona kebisingan dikaitkan 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 Nomor KEP-51/MEN/1999 dan prosedur PL-PRO-15 ISO 14001 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 diantara garis-garis kontur dibedakan atas ;

1. Zona aman tanpa pelindung : < 85 dBA diberi warna hijau
2. Zona dengan pelindung ear plug : 85 – 95 dBA diberi warna kuning
3. Zona dengan pelindung ear muff : > 95 dBA diberi warna merah

Contour kebisingan

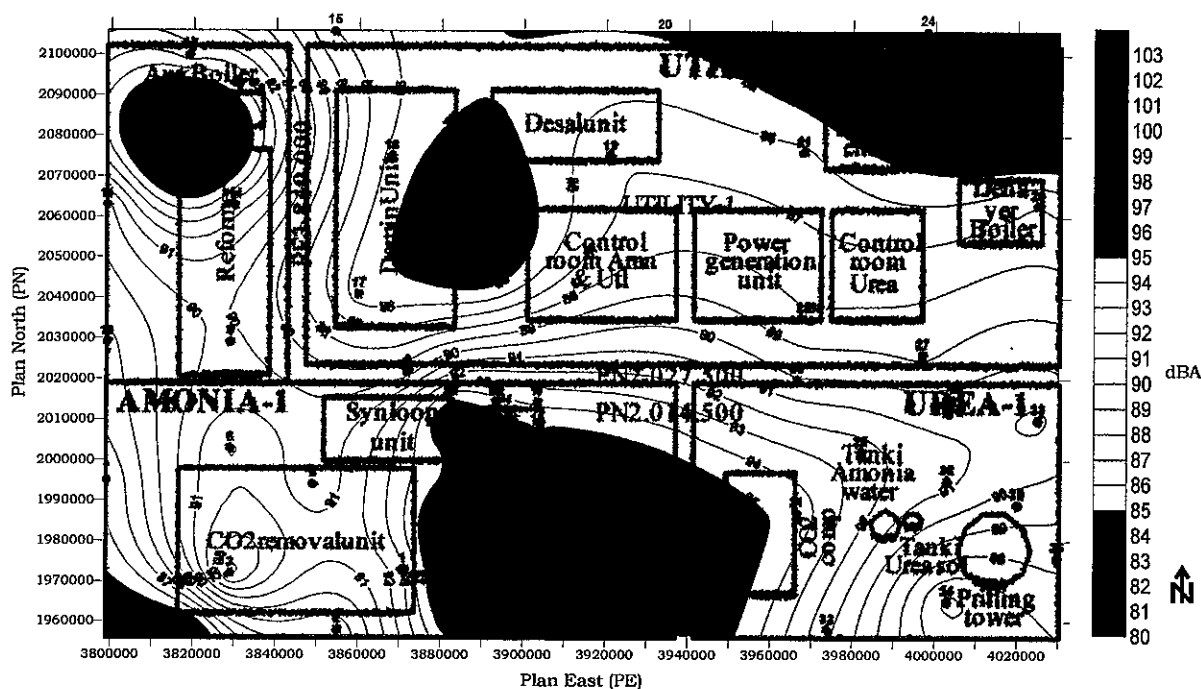
Bentuk *contour* kebisingan masing-masing area pabrik disajikan pada gambar 11 sampai dengan gambar 26.

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



Gambar 11, *Contour* kebisingan *compressor house* lantai-1 Kaltim-1 Gambar 12, *Contour* kebisingan *compressor house* lantai 2 Kaltim-1

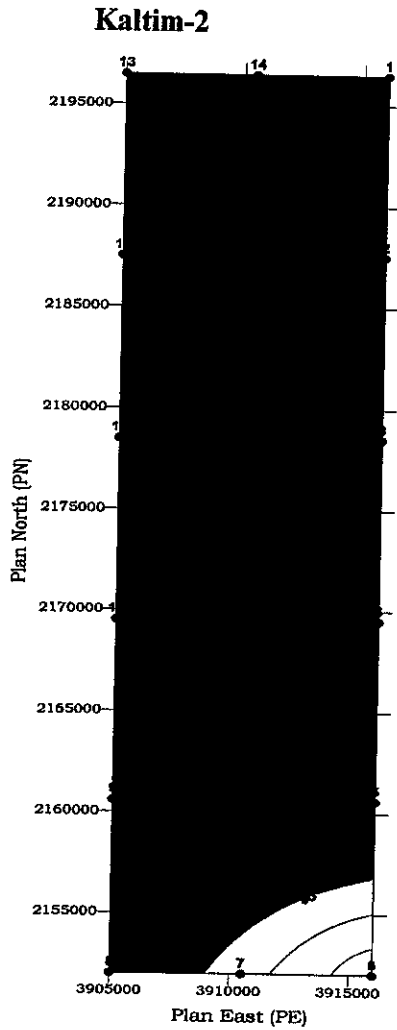
Dari gambar 11 dan 12 diperoleh bahwa area *compressor house* amonia Kaltim-1 lantai 1 dan lantai 2 dari gambar kontur menunjukkan bahwa tingkat kebisingannya sebagian besar melebihi 95 dBA. Dengan kata lain bahwa *compressor house* merupakan sumber kebisingan untuk pabrik Kaltim-1.



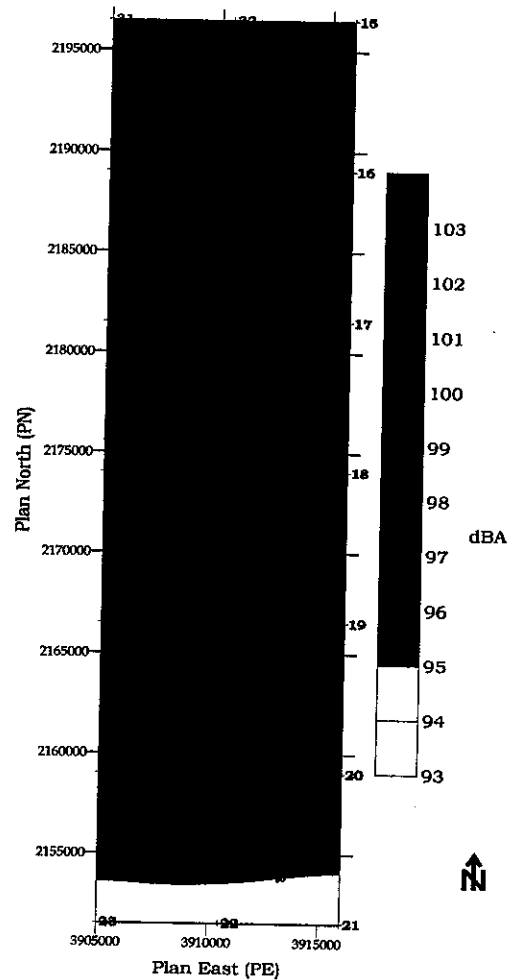
Gambar 13, *Contour* kebisingan pabrik Kaltim-1

Dari gambar 13 menunjukkan bahwa secara keseluruhan pabrik Kaltim-1, sumber kebisingan melebihi 95 dBA berasal dari *compressor house* amonia dan sumber lain yaitu *auxiliary boiler*. Sebaran kebisingan dari *compressor house* ke arah timur yaitu pabrik urea sampai ± 120 meter dari sumber bising, sedangkan sebaran ke arah barat ± 60 meter dari sumber bising, sebaran ke arah utara sejauh ± 40 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* yang berfungsi sebagai *barrier*/penghalang dari sebaran bising. Sedangkan sumber kebisingan dari *auxiliary boiler* ke arah timur yaitu pabrik utility sampai ± 40 meter dari sumber bising, sedangkan sebaran ke arah selatan ± 30 meter dari sumber bising.

Secara 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 sebelah selatan terdapat bangunan gudang urea, bangunan tersebut berfungsi sebagai *barrier*/penghalang sebaran bising.

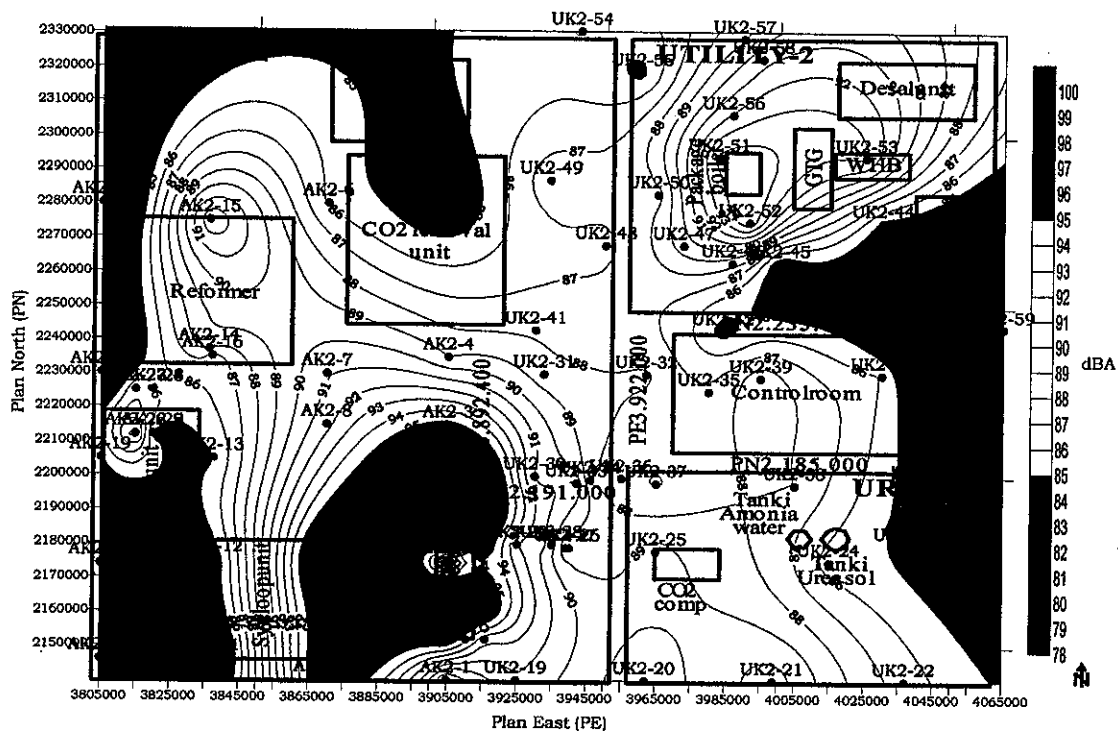


Gambar 14, *Contour* kebisingan *compressor house* lantai 1 Kaltim-2



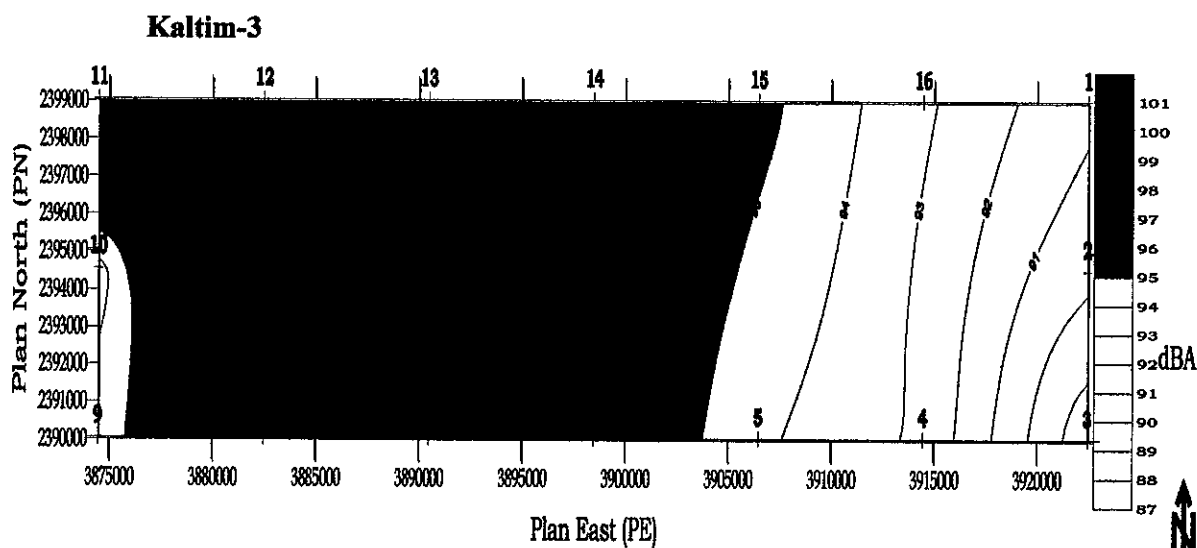
Gambar 15, *Contour* kebisingan *compressor house* lantai 2 Kaltim-2

Dari gambar 14 dan 15 diperoleh bahwa area *compressor house* amonia Kaltim-2 lantai 1 dan lantai 2 dari gambar kontur menunjukkan bahwa tingkat kebisingannya sebagian besar melebihi 95 dBA. Dengan kata lain bahwa *compressor house* merupakan sumber kebisingan untuk pabrik Kaltim-2.

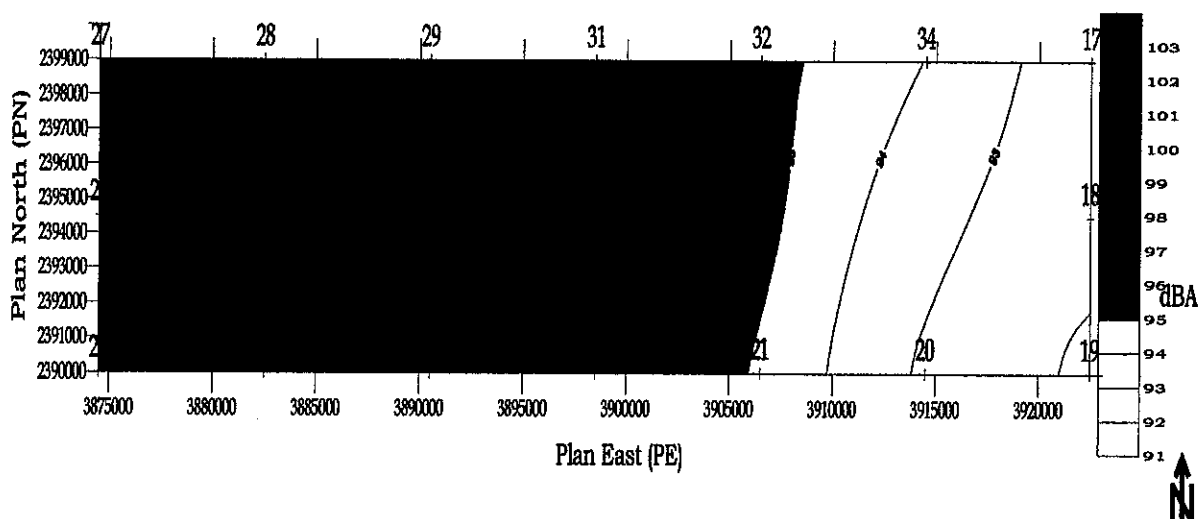


Gambar 16, *Contour* kebisingan pabrik Kaltim-2

Dari gambar 16 menunjukkan bahwa secara keseluruhan pabrik Kaltim-2, sumber kebisingan melebihi 95 dBA berasal dari *compressor house* amonia. Sebaran kebisingan dari *compressor house* ke arah timur sampai sejauh ± 30 meter dari sumber bising, sedangkan sebaran ke arah barat ± 60 meter dari sumber bising, sebaran ke arah utara sejauh ± 30 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 bengkel, bangunan tersebut berfungsi sebagai *barrier*/penghalang sebaran bising.

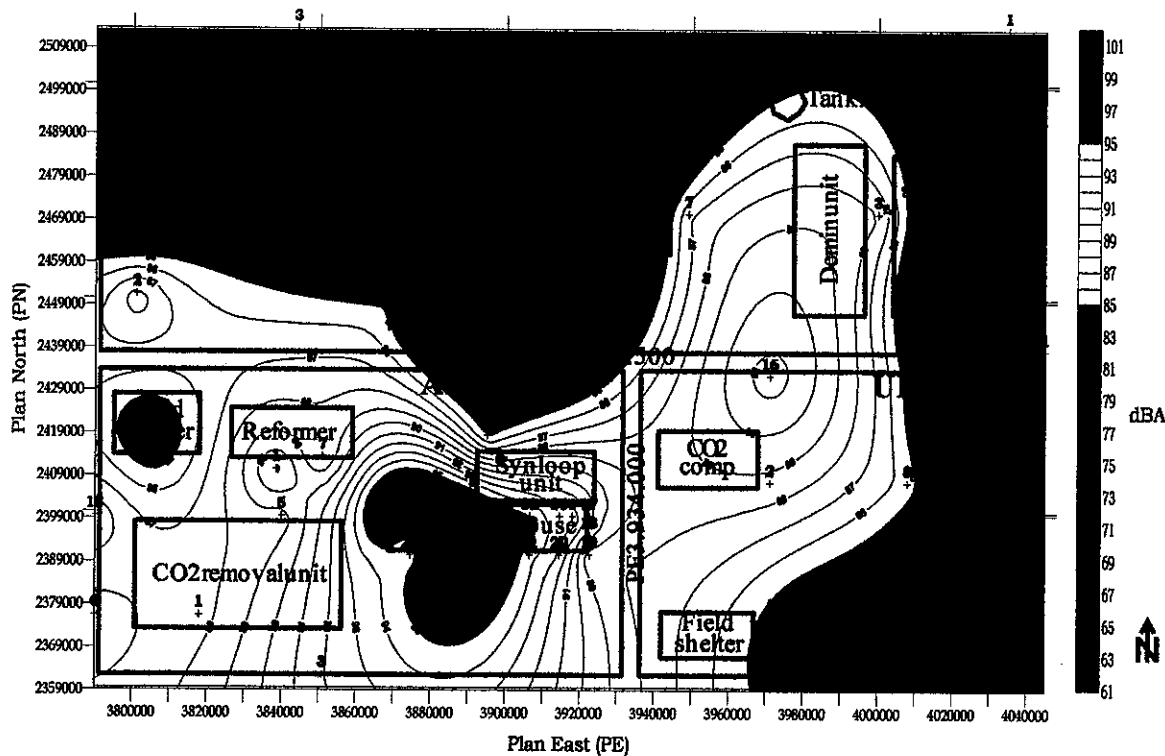


Gambar 17, *Contour* kebisingan *compressor house* lantai 1 Kaltim-3



Gambar 18, *Contour* kebisingan *compressor house* lantai 2 Kaltim-3

Dari gambar 17 dan 18 diperoleh bahwa area *compressor house* amonia Kaltim-3 lantai 1 dan lantai 2 dari gambar kontur menunjukkan bahwa 70 persen area tingkat kebisingannya sebagian besar melebihi 95 dBA, sumber bising terutama berasal dari *air compresor* (kompresor udara).

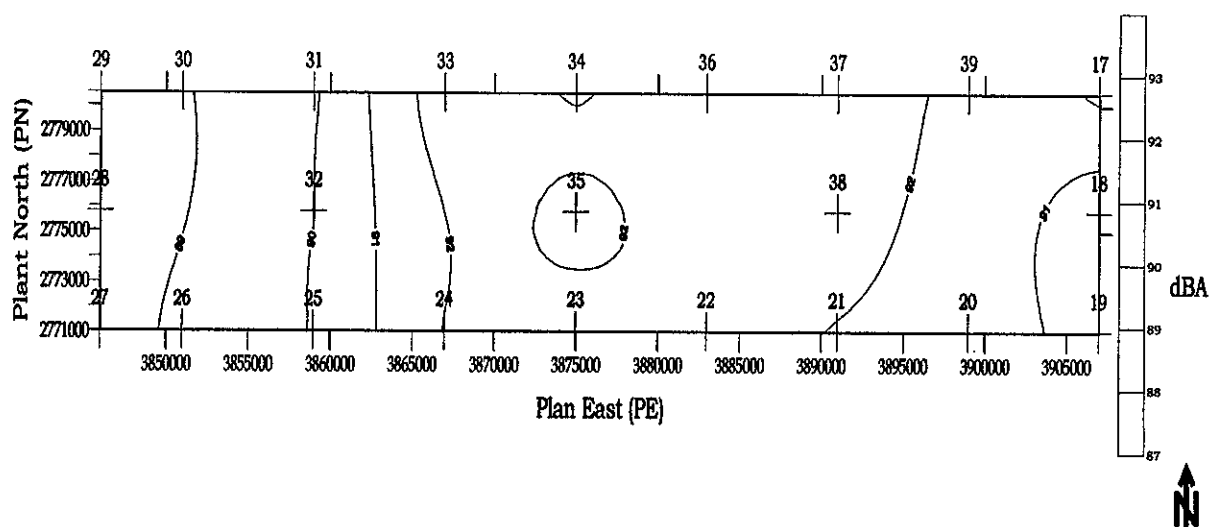
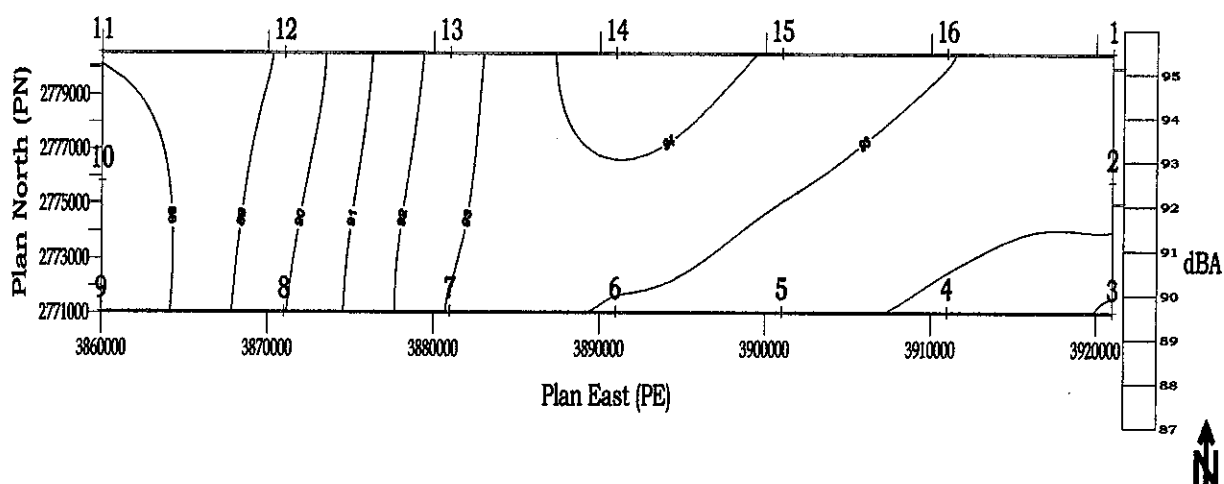


Gambar 19, *Contour* kebisingan pabrik Kaltim-3

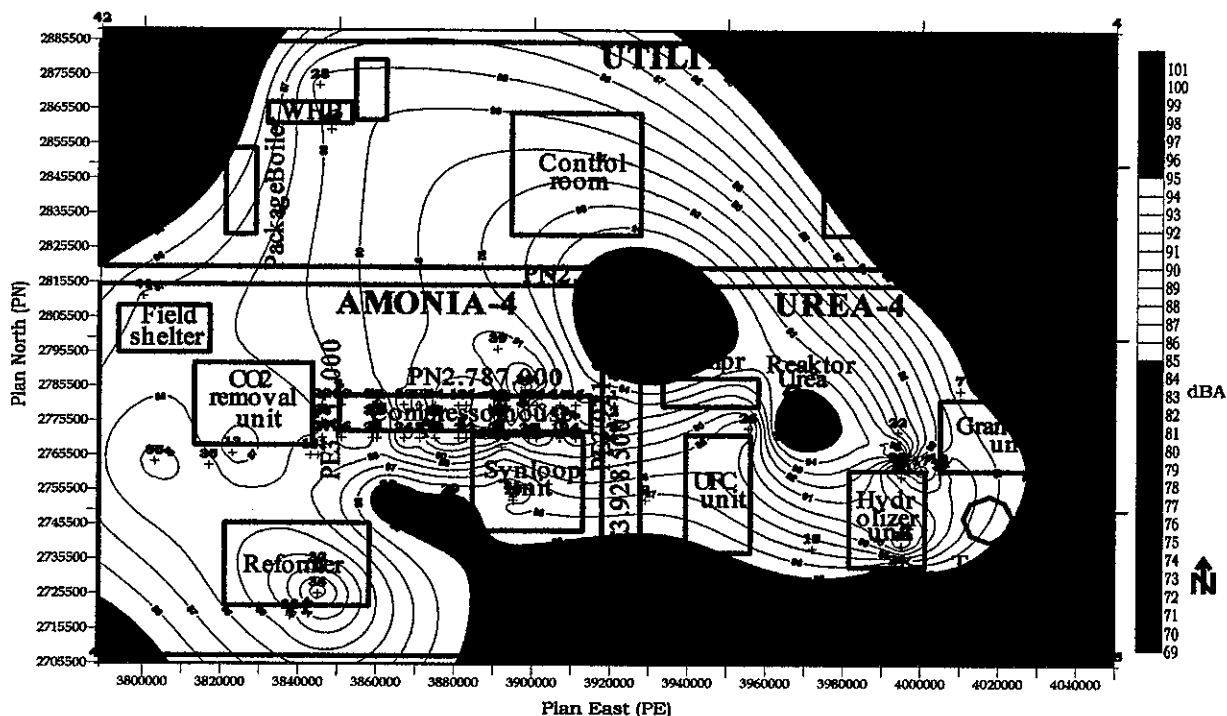
Dari gambar 19 menunjukkan bahwa secara keseluruhan pabrik Kaltim-3, sumber kebisingan yang melebihi 95 dBA berasal dari *compressor house* amonia. Sebaran kebisingan dari *compressor house* ke arah timur sampai ± 60 meter dari sumber bising, sedangkan sebaran ke arah barat ± 60 meter dari sumber bising, sebaran ke arah utara sejauh ± 20 meter, hal ini disebabkan pada arah utara sumber bising terdapat *reaktor* amonia, *exchanger* amonia, dan *vessel-vessel* lain yang berfungsi sebagai *barier/penghalang* dari sebaran bising.

Secara keseluruhan pabrik Kaltim-3, batas utara pabrik adalah pabrik Popka (saat pengukuran kebisingan pabrik Popka *shut down*/tidak beroperasi), batas timur pabrik adalah laut sehingga sebaran bising tidak banyak berpengaruh, batas barat pabrik terdapat *power generation/pembangkit listrik*, sebaran bising sumber tidak banyak berpengaruh pada lingkungan.

Kaltim-4

Gambar 20, *Contour* kebisingan *compressor house* lantai 2 Kaltim-4Gambar 21, *Contour* kebisingan *compressor house* lantai 1 Kaltim-4

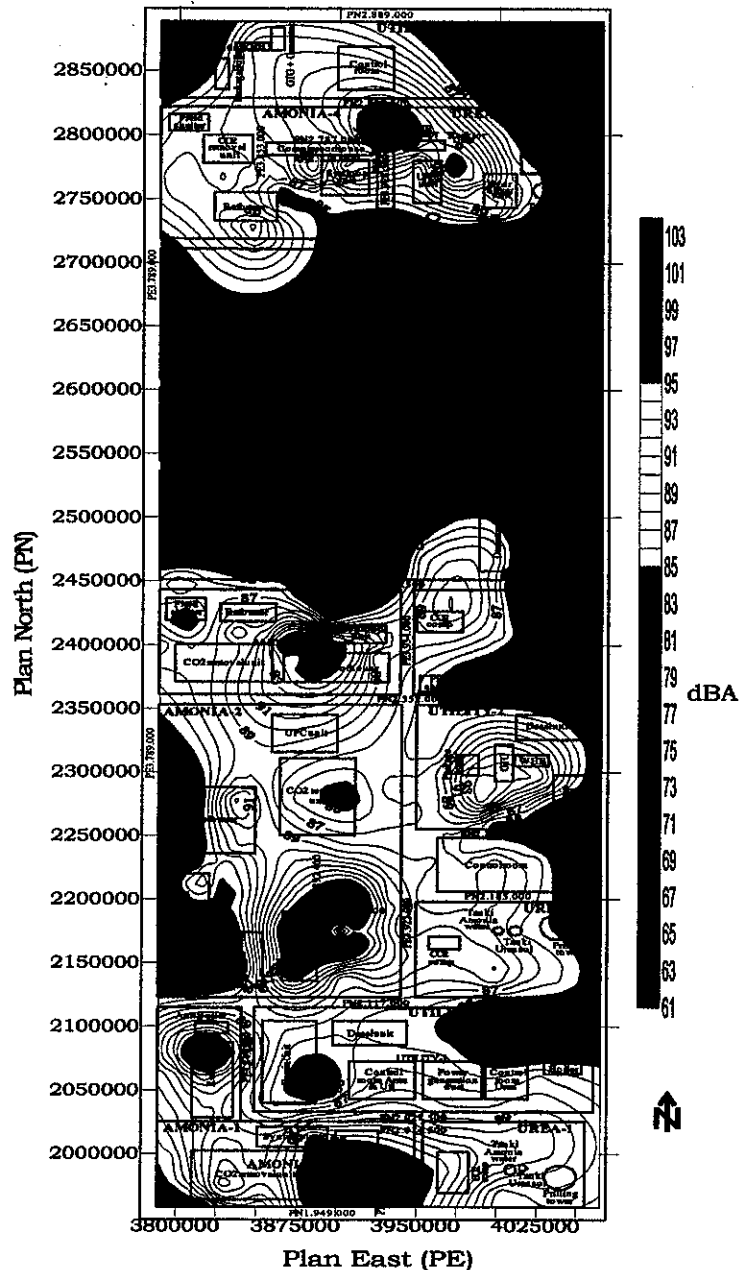
Dari gambar 20 dan 21 diperoleh bahwa area *compressor house* amonia Kaltim-4 lantai 1 dan lantai 2 dari gambar kontur menunjukkan bahwa tingkat kebisingannya seluruhnya kurang berkisar dari 87 – 94 dBA.



Gambar 22, *Contour* kebisingan pabrik Kaltim-4

Dari gambar 22 menunjukkan bahwa sumber kebisingan pabrik Kaltim-4 yang melebihi 95 dBA berasal dari *pipng system* area urea dan *reaktor urea*, sumber bising berasal dari kebocoran *valve* (kerangan) yang mana untuk memperbaikinya dilakukan pada saat pabrik *shut down*/mati. Sebaran kebisingan dari *pipng system urea* ke arah timur yaitu sampai ± 70 meter dari sumber bising, sedangkan sebaran ke arah barat ± 60 meter dari sumber bising, sebaran ke arah utara sejauh ± 40 meter, sebaran ke arah selatan sejauh ± 40 meter, hal ini disebabkan pada arah utara sumber bising terdapat bangunan *controll room*, arah selatan sumber terdapat tanki *amonia water* yang berfungsi sebagai barier/penghalang dari sebaran bising.

Secara keseluruhan pabrik Kaltim-4, batas utara pabrik adalah hutan bakau, batas timur pabrik adalah laut sehingga sebaran bising tidak banyak berpengaruh, batas barat pabrik adalah tempat terbuka tidak ada bangunan dan sebelah selatan adalah pabrik Amonia (pada saat pengukuran kebisingan pabrik *shut down*/tidak beroperasi).

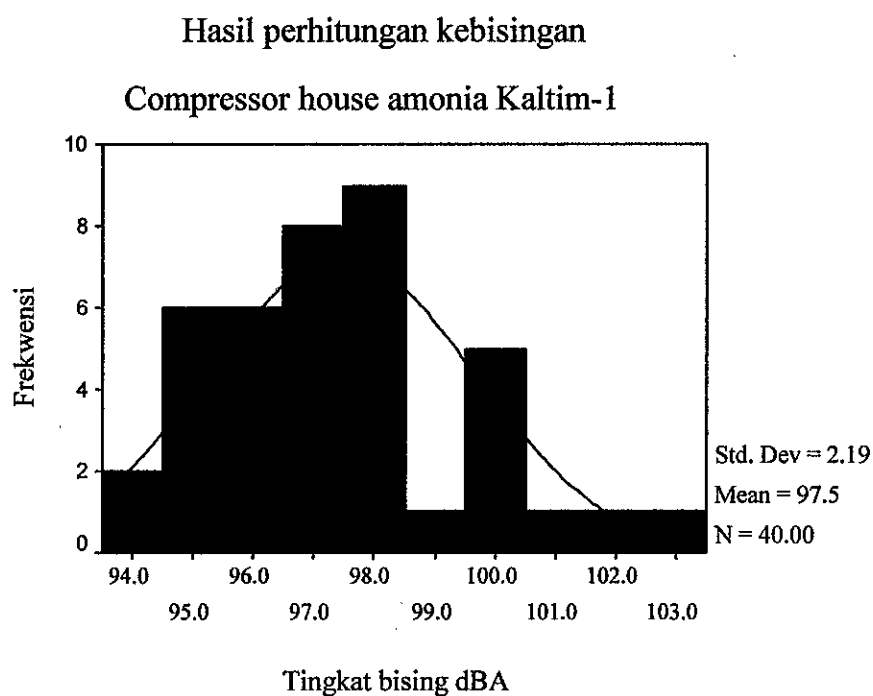


Gambar 22a, *Contour* kebisingan pabrik PKT secara keseluruhan

Dari gambar 22a 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, hal ini ditunjukkan dengan jarak pemukiman terdekat dengan sumber bising ± 2000 meter, sedangkan sebaran bising terjauh ± 200 meter karena ada peralatan-peralatan/bangunan yang berfungsi sebagai *barier*/penghalang.

Statistik & frekuensi

Pabrik Kaltim-1



Gambar 23, Tingkat bising-*compressor house amonia* Kaltim-1

Dari hasil perhitungan diperoleh tingkat kebisingan di area *compressor house amonia* Kaltim-1 sebagai berikut ;

Jumlah titik pengukuran = 40 titik

Kebisingan rata-rata sebesar 97,5 dBA

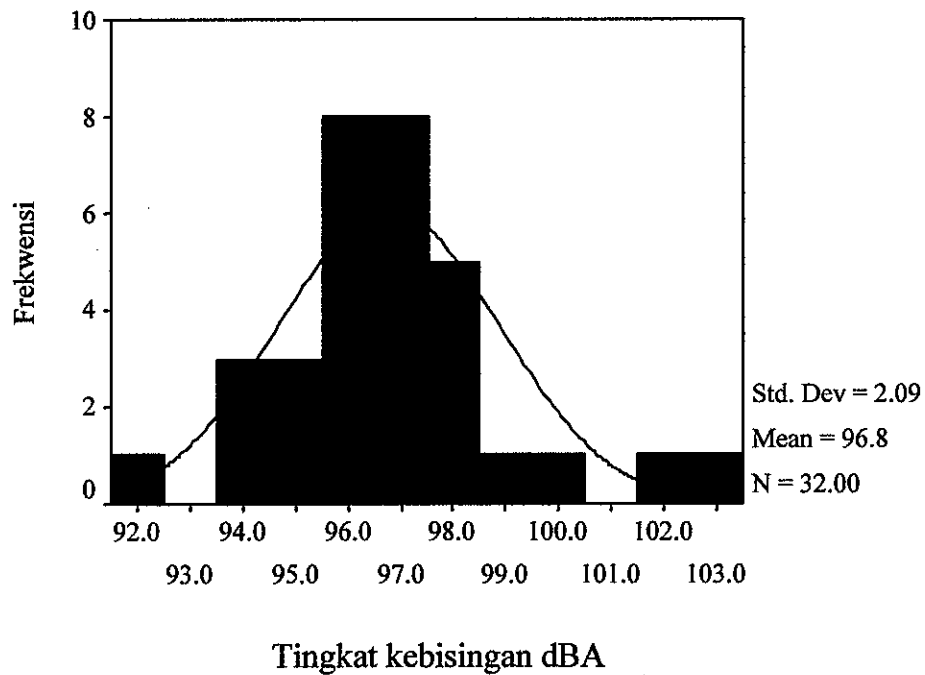
Kebisingan terendah sebesar 93,8 dBA

Kebisingan tertinggi sebesar 103,4 dBA

Standar deviasi = 2,19.

Pabrik Kaltim-2

Hasil perhitungan kebisingan compressor house amonia Kaltim-2



Gambar 24, Tingkat bising *compressor house ammonia* Kaltim-2

Dari hasil perhitungan diperoleh tingkat kebisingan di area *compressor house ammonia* Kaltim-2 sebagai berikut ;

Jumlah titik pengukuran = 32 titik

Kebisingan rata-rata sebesar 96,8 dBA

Kebisingan terendah sebesar 92,2 dBA

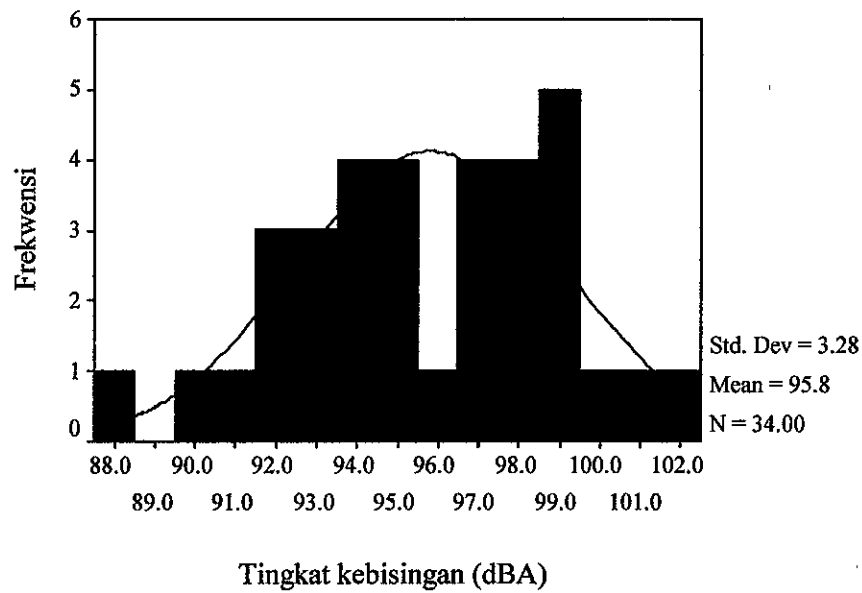
Kebisingan tertinggi sebesar 102,9 dBA

Standar deviasi = 2,09

Pabrik Kaltim-3

Hasil perhitungan kebisingan

Compressor house amonia Kaltim-3



Gambar 25, Tingkat bising *compressor house* ammonia Kaltim-3

Dari hasil perhitungan diperoleh tingkat kebisingan di area *compressor house* ammonia Kaltim-3 sebagai berikut ;

Jumlah titik pengukuran = 34 titik

Kebisingan rata-rata sebesar 95,8 dBA

Kebisingan terendah sebesar 88,2 dBA

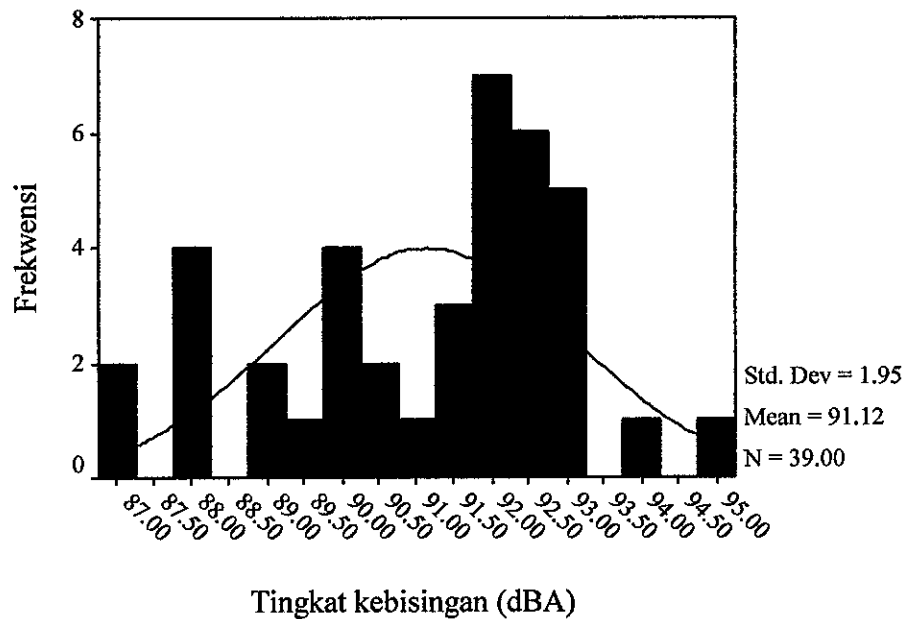
Kebisingan tertinggi sebesar 102,3 dBA

Standar deviasi = 3,28

Pabrik Kaltim-4

Hasil perhitungan kebisingan

Compressor house amonia Kaltim-4



Gambar 26, Tingkat bising *compressor house ammonia* Kaltim-4

Dari hasil perhitungan diperoleh tingkat kebisingan di area *compressor house ammonia* Kaltim-4 sebagai berikut ;

Jumlah titik pengukuran = 40 titik

Kebisingan rata-rata sebesar 91,1 dBA

Kebisingan terendah sebesar 87,0 dBA

Kebisingan tertinggi sebesar 94,8 dBA

Standar deviasi = 1,95

IV.4. Pembahasan

Berdasarkan Lampiran II Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor : KEP - 51/MEN/1999, tentang Nilai Ambang Batas (NAB), maka dari data hasil perhitungan kebisingan rata-rata pabrik Kaltim-1, Kaltim-2, Kaltim-3 dan Kaltim-4 tersebut sudah melampaui baku tingkat kebisingan yang diijinkan untuk pemajanan 8 jam per hari. Untuk itu perlu diupayakan pengendalian kebisingan akibat

beroperasinya peralatan pabrik dengan melakukan analisis tingkat bising dan pengaruhnya pada lingkungan.

Fraksi kumulatif kebisingan

Fraksi kumulatif yang diterima pekerja/operator di area **Kaltim-1** ;

Karyawan membuat *logsheet* di area *compressor house* amonia Kaltim-1 selama 20 menit setiap 2 jam (1 shift/8 jam membuat *logsheet* sebanyak 4 kali) menerima tingkat kebisingan rata-rata sebesar 97,5 dBA, maka fraksi kumulatif yang diterima adalah ;

$$[20/30]97,5 \text{ dBA} + [20/30]97,5 \text{ dBA} + [20/30]97,5 \text{ dBA} + [20/30]97,5 \text{ dBA} = 2,67 > 1.$$

Karena fraksi kumulatif > 1 maka pengendalian secara administratif bisa diatasi dengan memakai alat pelindung diri berupa earmuff atau modifikasi pola kerja sedemikian rupa sehingga fraksi kumulatifnya ≤ 1 dengan cara pembuatan *logsheet* dilakukan satu kali untuk area *compressor house* amonia dan 3 kali untuk area dengan tingkat bising kurang dari 85 dBA.

Fraksi kumulatif yang diterima pekerja/operator di area **Kaltim-2** ;

Karyawan membuat *logsheet* di area *compressor house* selama 20 menit setiap 2 jam (1 shift/8 jam membuat *logsheet* sebanyak 4 kali) menerima tingkat kebisingan rata-rata sebesar 96,6 dBA, maka fraksi kumulatif yang diterima adalah ;

$$[20/35]96,6 \text{ dBA} + [20/35]96,6 \text{ dBA} + [20/35]96,6 \text{ dBA} + [20/35]96,6 \text{ dBA} = 2,28 > 1.$$

Karena fraksi kumulatif > 1 maka pengendalian secara administratif bisa diatasi dengan memakai alat pelindung diri berupa earmuff atau modifikasi pola kerja sedemikian rupa sehingga fraksi kumulatifnya ≤ 1 dengan cara pembuatan *logsheet* dilakukan 1 kali untuk area *compressor house* amonia dan 3 kali untuk area dengan tingkat bising kurang dari 85 dBA.

Fraksi kumulatif yang diterima pekerja/operator di area **Kaltim-3** ;

Karyawan membuat *logsheet* di area *compressor house* selama 20 menit setiap 2 jam (1 shift/8 jam membuat *logsheet* sebanyak 4 kali) menerima rata-rata tingkat kebisingan rata-rata sebesar 95,6 dBA, maka fraksi kumulatif yang diterima adalah;

$$[20/40]95,6 \text{ dBA} + [20/40]95,6 \text{ dBA} + [20/40]95,6 \text{ dBA} + [20/40]95,6 \text{ dBA} = 2,0 > 1.$$

Karena fraksi kumulatif > 1 maka pengendalian secara administratif bisa diatasi dengan memakai alat pelindung diri berupa ear muff atau modifikasi pola kerja sedemikian rupa sehingga fraksi kumulatifnya ≤ 1 dengan cara pembuatan *logsheet* dilakukan 1 kali untuk area *compressor house* amonia dan 3 kali untuk area dengan tingkat bising kurang dari 85 dBA.

Fraksi kumulatif yang diterima pekerja/operator di area **Kaltim-4** ;

Karyawan membuat *logsheet* di area *compressor house* selama 20 menit setiap 2 jam (1 shift/8 jam membuat *logsheet* sebanyak 4 kali) menerima tingkat kebisingan rata-rata sebesar 91,1 dBA, maka fraksi kumulatif yang diterima adalah ;

20 menit = 0,33 jam,

$$[0,33/2]91,1 \text{ dBA} + [0,33/2]91,1 \text{ dBA} + [0,33/2]91,1 \text{ dBA} + [0,33/2]91,1 \text{ dBA} = 0,66 < 1.$$

Karena fraksi kumulatif < 1 maka masih aman untuk pekerja tersebut.

Tata letak sumber bising PKT

Tata letak bangunan/peralatan atau sumber-sumber bising sangat penting artinya bagi lingkungan pabrik maupun lingkungan di 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 dan Kaltim-4 mempunyai keterkaitan sebagai penyumbang tingkat bising lingkungan. Dari gambar 23 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 juga berfungsi sebagai penghalang dari sebaran tingkat bising yang ditimbulkan peralatan yang berasal dari sumber bunyi pabrik Kaltim-1.

Hasil audimetri

Tabel 3, Jumlah dan persentase hasil audiogram karyawan PKT

No	Hasil spirometri	Tahun 2000		Tahun 2001		Tahun 2002		Tahun 2003	
		Jumlah	Persen (%)	Jumlah	Persen (%)	Jumlah	Persen (%)	Jumlah	Persen (%)
1	Normal	1103	81,7	1161	83,41	1109	78,1	1024	80,57
2	Susp. Noise Induce HL	206	15,26	200	14,37	267	18,8	219	17,23
3	Conductive HL	41	3,04	31	2,23	44	3,1	28	2,2

Sumber ; Biro K3LH PT. Pupuk Kaltim, 2003

Keterangan : Normal adalah hasil audimetri karyawan yang masih dalam batas normal
 Susp. Noise induce hearing loss adalah kelainan audiogram pada frekwensi tinggi (4000 hz) akibat bising.
 Conductive HL adalah kelainan audiogram akibat usia.

Berdasarkan data hasil audiogram karyawan, khususnya untuk susp. noise induce hearing loose dari tahun 2000 – 2003, maka karyawan PKT yang mengalami penurunan pendengaran akibat kebisingan masih tinggi yaitu diatas 10% dari jumlah karyawan, hal ini terkait sekali dengan penggunaan alat pelindung telinga.

Bab V

Simpulan dan Saran

V.1. Simpulan

1. Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan kebisingan di area *compressor house* ammonia yang terdiri dari peralatan-peralatan *compressor*, turbin dan peralatan pendukungnya, 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% area *compressor house* kebisingannya melebihi 95 dBA, sedangkan area *compressor house* lantai 1 dan lantai 2 Kaltim-4 kebisingan dibawah 95 dBA.
2. Fraksi kumulatif bising area *compressor house* Kaltim-1, Kaltim-2 dan Kaltim-3 lebih dari satu, sedangkan fraksi kumulatif bising area *compressor house* Kaltim-4 kurang dari satu.
3. Peralatan-peralatan *compressor*, *turbin* dan sebagainya untuk kegiatan produksi pabrik Kaltim-1, Kaltim-2, Kaltim-3, Kaltim-4 menimbulkan kebisingan, dengan adanya tata letak peralatan dan bangunan di area pabrik yang sedemikian rupa dapat berfungsi mengurangi sebaran bising ke lingkungan sekitar pabrik, sehingga lingkungan tidak terpengaruh pada dengan operasional pabrik.

V.2. Saran

1. Pengendalian secara administratif bisa diatasi dengan penggunaan alat pelindung diri untuk area *compressor house* ammonia Kaltim-1, Kaltim-2 dan Kaltim-3 dan harus disiplin sesuai prosedur, dalam kondisi pabrik beroperasi karyawan yang memasuki area tersebut wajib memakai alat pelindung telinga sesuai dengan peruntukkannya yaitu earmuff.

2. Pola kerja diatur sedemikian rupa sehingga fraksi kumulatifnya diusahakan ≤ 1 dengan cara pembuatan *logsheet* (pencatatan oprasional peralatan) untuk area *compressor house* amonia, atau dengan cara rotasi karyawan/ operator secara teratur, sehingga mendapat manfaat untuk karyawan, dalam kaitannya dengan kenyamanan kerja, kesehatan, produktifitas kerja individu, maupun manfaat psikologis dan perilaku karyawan.
3. Dari peta kontur kebisingan, perlu dievaluasi kembali penempatan tanda-tanda/rambu-rambu kebisingan sesuai yang telah dipasang.
4. Hasil pengukuran tingkat bising pabrik perlu dievaluasi setiap tahun untuk melihat perubahan yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, 1998, *Mechanical catalog equipment and project specification K-3*, Jakarta.
- Finke, H., 1990, Measurement and Rating of Enviroment Noise. Physikalishch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig.
- <http://www.osha.gov/> 2002, *Conservation Program for Construction Workers*, Department of Labor, Washington, DC.
- Lawrence, K.W. N.C Pereira, 1979, *Handbook of Environmental Engineering*, The Humana Press Clifton, New Jersey.
- Lyle, F.Y, 1978, *Sound, Noise and Vibration Control*, Van Nonstrand Reinhold Company, New York.
- Mackenzie, L.D, D.A. Cornwell, 1991, *Introduction to Enviromental Engineering*, by McGraw-Hill Inc.
- PT. Pupuk Kalimantan Timur Tbk, 2002, *a Challenging journey* (perjalanan penuh tantangan) 1977 – 2002.
- PT. Pupuk Kalimantan Timur Tbk, 2004, *Pemetaan kebisingan lingkungan PT. Pupuk Kalimantan Timur*.
- PT Quadrant Utama, 1998, *"Noise Control Management"* , Bandung.
- Sasongko D.P, A. Hadiyanto, Sudharto P Hadi, Nasio A.H, A. Subagyo, 2000, *Kebisingan Lingkungan*, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.