

KAJIAN PENCEMARAN HINGAR DI SEKITAR STESEN JANAKUASA  
MELAWA, KOTA KINABALU

LIEW MEEI YUN

TESIS INI DITUNJUKKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN DARIPADA  
SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN  
KEPUJIAN

PROGRAM SAINS SEKITARAN  
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

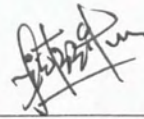
Mac 2005



## PENGAKUAN

Saya akui bahawa karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang telah tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

Mac 2005



---

(LIEW MEEI YUN)

HS 2002-3897



**DIPERAKUKAN OLEH**

Tandatangan

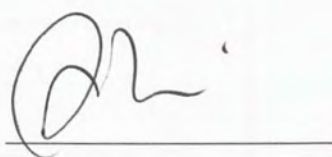
## 1. PENYELIA

(En. Justin Sentian)



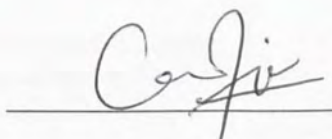
## 2. PEMERIKSA – 1

(Dr. Kawi Bidin)



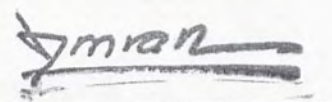
## 3. PEMERIKSA – 2

(Cik Kamsia Budin)



## 4. DEKAN

(Prof. Madya Dr. Amran Ahmed)



## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: Kajian Pencemaran Hingar Di Kawasan Stesen  
Janakuasa Melawa, Kota Kinabalu.

Ijazah: Ijazah Sarjana Muda

SESI PENGAJIAN: 2002-2005

Saya LIEW MEEI YUN

(HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)\* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. \*\*Sila tandakan ( / )

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: LOT 257-51  
JLN. BULOH KASAP,

85000 SEGAMAT, JOHOR

Nama Penyelia

Tarikh: 30/3/05

Tarikh: \_\_\_\_\_

CATATAN: \* Potong yang tidak berkenaan.

\*\* Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

@ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).





## PENGHARGAAN

Syukur kepada Tuhan yang esa kerana membenarkan saya menyiapkan disertasi ini dalam masa yang ditetapkan walaupun menghadapi pelbagai masalah dan kesulitan sepanjang tempoh melakukan kajian ini. Ribuan terima kasih dan penghargaan yang tidak terhingga ingin saya tujukan khas kepada Encik Justin Sentian selaku penyelia disertasi ini. Berkat tunjuk ajar dan bantuan yang telah diberikan oleh beliau sepanjang masa setahun ini tidak dapat saya sampaikan dengan sekadar ucapan dan tulisan sahaja, hanya rasa hormat yang tidak terhingga yang disimpan dalam hati.

Tidak dilupakan juga pensyarah-pensyarah program sains sekitaran yang lain yang juga memberikan tunjuk ajar dan dorongan khasnya Cik Kamsia Budin selaku pemeriksa disertasi ini dan Cik Farah Anis.

Kepada yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam proses membantu menyiapkan disertasi ini yang tidak dapat saya sebutkan nama ataupun tercacir, jasmu tetap dikenang dan semoga anda semua mendapat rahmat dan berkat daripada Tuhan.

Sekian, terima kasih.

LIEW MEEI YUN

HS 2002-3897

Program Sains Sekitaran

Sekolah Sains dan Teknologi



## ABSTRAK

Kajian ini dijalankan untuk memetakan dan menilai paras hingar di kawasan 500m radius dari Stesen Janakuasa Melawa yang terdiri daripada SESB Sdn. Bhd. dan ARL Tenaga Sdn. Bhd. Di samping itu, pengauditan impak hingar juga dijalankan dengan membandingkan dengan ramalan impak hingar yang dibuat dalam dua kajian EIA yang terdahulu. Pengukuran paras hingar dengan meter aras bunyi (SLM) dilakukan secara rawak di beberapa stesen yang berada di sekitar stesen janakuasa berkenaan dengan menggunakan Global Positioning System (GPS) untuk menentukan koordinat setiap stesen. Berdasarkan paras hingar yang dicatat pada setiap stesen, pemetaan nilai hingar di sekitar stesen janakuasa dilakukan. Hasil kajian mendapati paras hingar  $L_{eq}$  adalah antara 60.4 dB(A) hingga 97.2 dB(A) dengan frekuensi sebanyak 37.5 % bagi julat hingar yang melebihi 65 dB(A). Manakala frekuensi hingar  $L_{max}$  dan  $L_{min}$  yang melebihi 65 dB(A) adalah masing-masing 60.7 % dan 34.5 %. Paras hingar dalam kajian ini (60.4-97.2 dB(A)) juga didapati menunjukkan perbezaan yang ketara dengan ramalan hingar yang dibuat dalam laporan EIA SESB Sdn. Bhd. (52-67 dB(A)) dan ARL Tenaga Sdn. Bhd (45-65 dB(A)) yang terdahulu. Paras hingar yang diukur di beberapa kawasan di sempadan stesen janakuasa juga didapati melebihi paras piawai (65dB(A)) yang ditetapkan oleh Jabatan Alam Sekitar.



## NOISE POLLUTION AT MELAWA POWER STATION

### ABSTRACT

This study was carried out to map and measure the noise levels at Melawa Power Station comprises Sabah Electricity Sdn.Bhd (SESB) and ARL Tenaga Sdn.Bhd (ARL) at a number of points within 500 meters radius from the power station. Impact auditing on the noise emission was also conducted against the predicted noise in the two previous EIA studies. The measurements were carried out using sound level meter (SLM) and the exact location of each point has been determined using Global Positioning System (GPS). Based on the noise level recorded at each point station, the noise map at the power station has been established. In this study the noise range was between 60.4 dB(A)-97.2 dB(A) and the frequency of  $L_{eq}$  level which exceed 65 dB(A) was 37.5 %. The frequency of  $L_{max}$  and  $L_{min}$  were 60.7 % dan 34.5 % respectively. The noise level in this study has shown significance difference with the prediction in the two previous EIA studies (SESB Sdn. Bhd. (52-67 dB(A)) and ARL Tenaga Sdn. Bhd (45-65 dB(A))). The noise level at some points along the boundary have exceeded the Department Of Environment Guideline (65 dB(A)).



## KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI FOTO	xiii
SENARAI SIMBOL	xiv
<b>BAB 1      PENGENALAN</b>	<b>1</b>
1.1    PENGENALAN	1
1.1.1    Pencemaran Udara	2
1.1.2    Pencemaran Air	3
1.1.3    Pencemaran Hingar	4
1.2    OBJEKTIF KAJIAN	5
<b>BAB 2      ULASAN PERPUSTAKAAN</b>	<b>6</b>
2.1    PENDAHULUAN	6
2.2    JENIS HINGAR	8
2.2.1    Hingar Berterusan	8
2.2.2    Hingar Bersela	8
2.2.3    Hingar Impulsif	9
2.2.4    Hingar Nada Gangguan	9





2.2.5	Hingar Frekuensi Rendah	10
2.3	FAKTOR MEMPENGARUHI PENYEBARAN HINGAR	10
2.3.1	Jenis Sumber	11
2.3.2	Angin	12
2.3.3	Rintangan	12
2.4	PARAMETER-PARAMETER BUNYI	13
2.5	KAWALAN HINGAR	14
2.6	KESAN HINGAR TERHADAP MANUSIA	16
2.7	CIRI-CIRI BAHAYA HINGAR	17
2.7.1	Tahap Bunyi Keseluruhan	17
2.7.2	Bentuk Spektrum Hingar	18
2.7.3	Jumlah Masa Pendedahan	18
2.7.4	Pengagihan Berkaitan Masa	18
2.8	PUNCA-PUNCA HINGAR	20
2.8.1	Hingar Industri	21
2.8.2	Hingar Pembinaan	21
2.8.3	Hingar Perumahan	22
2.8.4	Hingar Kerehatan	22
2.8.5	Sumber-sumber lain	22
2.9	PUNCA-PUNCA HINGAR STESEN JANAKUASA	23
2.9.1	Turbin Gas	23
2.9.2	Relau Bagas	23
2.9.3	<i>Blowdowns</i>	24
2.9.4	Kipas	24
2.10	LANGKAH-LANGKAH PROGRAM KAWALAN	24



2.11	MASALAH KAWALAN HINGAR	25
<b>BAB 3</b>	<b>BAHAN DAN KAEDAH</b>	26
3.1	LATARBELAKANG KAWASAN KAJIAN	28
3.2	PENGUKURAN PARAS HINGAR	29
3.2.1	Lokasi Titik Pengukuran Hingar	29
3.2.2	Frekuensi Pengukuran Hingar	30
3.2.3	Peralatan	30
3.2.4	Kaedah Pengukuran	31
3.2.5	Parameter	33
3.2.6	Analisis Paras Hingar	34
<b>BAB 4</b>	<b>KEPUTASAN DAN PERBINCANGAN</b>	37
4.1	TABURAN FREKUENSI PARAS HINGAR DALAM LINGKUNGAN 500m RADIUS STESEN JANAKUASA	37
4.1.1	Paras $L_{eq}$	37
4.1.2	Paras $L_{max}$ dan $L_{min}$	39
4.2	PEMETAAN PARAS HINGAR $L_{eq}$ DALAM LINGKUNGAN 500m RADIUS STESEN JANAKUASA	41
4.3	PERBANDINGAN PARAS HINGAR DENGAN LAPORAN -LAPORAN EIA TERDAHULU	46
4.4	PEMATUHAN PARAS HINGAR DENGAN GARIS PIAWAI JAS	49
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN</b>	50
	RUJUKAN	53
	LAMPIRAN	56



**SENARAI JADUAL**

No. Jadual		Muka Surat
2.1	Tahap bunyi tipikal	7
2.2	Tahap pendedahan hingar yang dibenarkan oleh OSHA	18
2.3	Tahap hingar yang ditetapkan oleh OSHA Malaysia	19
2.4	Had pendedahan hingar oleh OSHA Malaysia (pindaan 1994)	19



## SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
3.1 Kedudukan Stesen Janakuasa Melawa	27
3.2 Jangkaan kontor bunyi bising oleh SESB (Lembaga Letrik Sabah, LLS)	33
3.3 Jangkaan kontor bunyi bising oleh ARL	34
4.1 Frekuensi julat paras hingar Leq di kawasan kajian	36
4.2 Frekuensi julat paras hingar Lmax di kawasan kajian	37
4.3 Frekuensi julat paras hingar Lmin di kawasan kajian	38
4.4 Taburan hingar dalam lingkungan 500m radius Stesen Janakuasa Melawa	42
4.5 Kontor bising bagi kawasan dalam 500 m radius dari Stesen Janakuasa Melawa	43
4.6 Perbandingan kontor hingar kajian dengan laporan-laporan EIA terdahulu	46





**SENARAI FOTO**

No. Foto	Muka Surat
3.1 Stesen Janakuasa Melawa	28
3.2 SLM yang dipasangkan pada tripod	31



## SENARAI SIMBOL

dBA	Desibel
DOE	<i>Department of Environment</i>
EIA	<i>Environmental Impact Assessment</i>
JAS	Jabatan Alam Sekitar
LRT	Sistem transit ringan
m/s	Meter sesaat
Pa	Pascal, unit tekanan
$L_p$	Paras tekanan bunyi
Hz	Hertz, kitaran sesaat
$\mu$	Mikro
OSHA	Organizations Safety and Health Administration
SESB	Sabah Electricity Sdn. Bhd.
LLS	Lembaga Letrik Sabah
SLM	<i>Sound Level Meter</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
$L_{eq}$	<i>Equivalent Continuous Sound Pressure Level</i>
$L_{max}$	Tahap bunyi maksimum
$L_{min}$	Tahap bunyi minimum



## **BAB 1**

### **PENGENALAN**

#### **1.1 Pendahuluan**

Istilah pencemaran adalah satu perkataan yang biasa didengar atau dilihat dalam kehidupan seharian yang kita lalui sekarang ini. Pencemaran merupakan istilah yang digunakan untuk merujuk kepada penurunan kualiti persekitaran. Secara umum, pencemaran boleh digolongkan kepada tiga kategori, iaitu pencemaran air, pencemaran udara dan pencemaran bunyi. Adakah pencemaran menandakan kemajuan dan perkembangan tamadun manusia? Jawapannya adalah ya. Tidak dapat dinafikan bahawa pencemaran yang wujud pada masa sekarang adalah kesan daripada pembangunan dunia. Walau bagaimanapun, kita tidak boleh menggolongkan kesemua jenis pencemaran ini sebagai kesan daripada pembangunan, pada mana sememangnya terdapat pencemaran yang merupakan kesan daripada fenomena semulajadi.



### 1.1.1 Pencemaran udara

Pencemaran udara merujuk kepada sebarang pencemaran yang berlaku di atmosfera kita. Pencemaran ini menjadi salah satu faktor kematian di sesetengah negara terutamanya di negara dunia ketiga seperti China, Mexico dan Hungary. Antara negara-negara ini, Mexico merupakan salah sebuah negara yang mempunyai masalah pencemaran udara yang paling serius di dunia. Negara China pula terkenal dengan “batuk Beijing”, pada mana masalah batuk merebak dengan luas di kalangan penduduknya disebabkan oleh asap daripada penggunaan arang batu yang banyak sebagai bahan api. Di negara yang maju seperti Amerika, Los Angeles merupakan bandaraya yang paling tercemar yang menyebabkan berjuta-juta penduduknya terdedah kepada penyakit peparu. Kesemua masalah ini adalah disumbangkan oleh pembebasan asap dari industri dan pengangkutan ( Botkin and Keller, 2000).

Bahan-bahan pencemar udara termasuklah sulfur dioksida, nitrogen oksida, karbon monoksida, pengoksida fotokimia, hidrokarbon, hidrogen sulfida, hidrogen fluorida dan gas-gas pencemar yang lain. Gas-gas ini berpotensi menyumbang kepada kejadian hujan berasid yang akan membawa kepada kerosakan bangunan, kematian hidupan akuatik dan penyakit kulit kepada manusia apabila gas-gas ini terlarut dalam air hujan.

Salah satu daripada pencemaran semulajadi yang berlaku di persekitaran kita adalah peletusan gunung berapi yang membebaskan jumlah debu dan gas-gas pencemar ke atmosfera. Contoh fenomena yang jelas memaparkan pencemaran ini





adalah peletusan Gunung Pinatubo di Filipina pada tahun 1991 (Botkin and Keller, 2000).

### 1.1.2 Pencemaran air

Bahan pencemar air mempunyai lingkungan yang luas meliputi pelbagai jenis bahan seperti logam berat, isotop bahan radioaktif yang tertentu, bakteria koliform, fosforus, nitrogen, minyak dan sebagainya. Penggunaan intensif air pada hari ini adalah untuk kegunaan pertanian, proses industri dan bekalan domestik. Bekalan air untuk kegunaan domestik haruslah bebas daripada bahan yang boleh membahayakan kesihatan pengguna seperti racun serangga, patogen, bakteria dan logam berat. Mengikut Botkin and Keller (2000), contoh kejadian paling serius yang terjadi disebabkan oleh bakteria beracun pada tahun 1993 di Milwaukee, Wisconsin.

Satu contoh pencemaran yang disebabkan oleh kandungan nutrien berlebihan dalam air adalah fenomena eutrofikasi yang terjadi akibat bekalan fosforus yang berlebihan dalam air kolam. Fosforus ini bertindak menggalakkan pertumbuhan alga dan bakteria biru-hijau (*blue-green bacteria*). Populasi yang tidak terkawal ini menyebabkan berlapis-lapis alga dan bakteria menjadi semakin tebal sehingga lapisan atas meneduh lapisan yang bawah. Ini menyebabkan lapisan alga dan bakteria yang terletak di bawah tidak mendapat bekalan cahaya yang mencukupi, seterusnya mati. Alga dan bakteria yang mati ini menjadi sumber makanan untuk bakteria yang lain seterusnya menggalakkan pertumbuhan bakteria-bakteria ini. Bakteria-bakteria ini akan mengguna oksigen dalam air dan menjadikan bekalan oksigen dalam air semakin berkurangan. Ini menyebabkan hidupan akuatik yang lain terutamanya ikan



kekurangan oksigen dan mati. Ikan, alga dan bakteria yang mati terapung di atas permukaan air seterusnya menjadi gumpalan yang busuk dan angin akan meniupkan gumpalan ini ke tebing. Contoh pencemaran fosforus ini terjadi di Medical Lake, Washington di mana kolam ini “mati” akibat eutrofikasi yang serius (Botkin and Keller, 2000).

### 1.1.3 Pencemaran hingar

Hingar adalah salah satu hukuman akibat pembangunan yang wujud secara berterusan sejak berpuluh-puluh tahun dahulu terutamanya selepas kehadiran pelbagai jenis mesin dan kenderaan yang berfungsi untuk memudahkan kehidupan manusia. Hingar telah menjadi satu masalah persekitaran di semua negara industri. Laporan *Organization for Economic Cooperation and Development* pada tahun 1986 telah menyatakan bahawa 130 million penduduk dalam negara-negara ahli adalah terdedah kepada paras Leq bunyi yang melebihi 65 dBA (Garcia, 1997). Telah dianggarkan bahawa 2.5 juta pekerja industri Amerika terdedah kepada paras hingar yang berbahaya dan 13.5 juta penduduk yang terdedah pada paras berbahaya yang berpunca dari pengangkutan. Dalam jumlah mangsa yang terdedah ini, lebih daripada separuh daripadanya adalah diancam oleh hingar pesawat udara. Walaupun rangka terhadap hingar adalah kasar, akan tetapi masalahnya adalah luas merangkumi pelbagai masalah kesihatan manusia termasuklah masalah fizikal, minda dan jiwa (The Conservation Foundation, 1980).

Di Malaysia, kajian yang dilakukan menunjukkan orang ramai yang tinggal di kawasan bandar lebih terdedah kepada paras bunyi melebihi 65 dBA berbanding

kawasan luar bandar ( Jabatan Alam Sekitar, 1996). Pelbagai program pengawasan bunyi bising telah ditumpukan terhadap aktiviti operasi sistem transit ringan (LRT) dan aktiviti trafik jalan raya berdasarkan aduan dari orang ramai. Punca utama aduan bunyi bising ini adalah dari kesesakan lalulintas, kawasan perindustrian dan aktiviti pembangunan ( Jabatan Alam Sekitar, 1997).

## 1.2 OBJEKTIF KAJIAN

Kajian terhadap tahap hingar di stesen janakuasa ini mempunyai tiga objektif yang utama iaitu:

- i. Mengukur, memeta dan menganalisis hingar di sekitar 500 m radius stesen janakuasa.
- ii. Menjalankan pengauditan penilaian terhadap paras hingar dengan membandingkan paras hingar yang diramal dalam dua laporan EIA (*Environmental Impact Assessment*) terdahulu.
- iii. Mengkaji pematuhan paras hingar dengan paras piawai Jabatan Alam Sekitar (JAS).





## BAB 2

### ULASAN PERPUSTAKAAN

#### 2.1 Pendahuluan

Dalam definisi yang lebih meluas, gelombang bunyi boleh dikenali sebagai sebarang gangguan yang berpropagasi dalam sesuatu medium elastik, yang boleh jadi sesuatu gas, cecair ataupun pepejal. Gelombang ultrasonik, sonik dan infrasonik adalah tergolong dalam penjelasan ini (Beranek, 1992). Kesemua gelombang bunyi yang dibincangkan di sini adalah gelombang sonik, iaitu jenis gelombang bunyi yang boleh diterima oleh julat pendengaran manusia.

Menurut Harris, bunyi boleh didefinisikan sebagai sebarang variasi tekanan yang boleh dikesan oleh telinga manusia. Bergantung kepada medium, bunyi menyebar pada kelajuan yang berbeza. Dalam udara, bunyi menyebar pada kelajuan 340 m/s, manakala dalam air dan pepejal, penyebaran tersebut adalah jauh lebih hebat, iaitu mencapai kelajuan 1500 m/s dalam air dan 5000 m/s dalam besi. Berbanding dengan tekanan statik udara ( $10^5$  Pa), variasi tekanan bunyi yang dapat didengar adalah sangat kecil ber julat dari  $20 \mu\text{Pa}$  ( $20 \times 10^{-6}$  Pa ) kepada 100 Pa. Nisbah antara





dua nilai ini adalah lebih daripada satu million kepada satu. Satu aplikasi skala linear langsung (dalam Pa) kepada pengukuran tekanan bunyi menyumbang kepada satu nombor yang sangat besar. Maka, adalah lebih praktikal untuk menjelaskan parameter-parameter akustik sebagai satu nisbah logarima nilai terukur dengan nilai rujukan. Nisbah logarima ini dikenali sebagai decibel atau dB (Harris, 1991). Pelbagai jenis contoh bunyi dengan nilai desibelnya ditunjukkan pada Jadual 2.1.

Apabila sesuatu bunyi menjadi satu sumber ketidakselesaan, maka ia adalah dikenali sebagai hingar (bunyi bising). Hingar boleh dikenali sebagai sebarang bunyi tidak disenangi oleh manusia (Beranek, 1992). Dalam definisi yang singkat, hingar adalah bunyi yang tidak dikehendaki (Harris, 1991).

**Jadual 2.1** Paras Bunyi Tipikal

Sumber	Desibel	Penerimaan Pendengar
Masa penerbangan jet	120	Tahap minimum mengalami kesakitan
Relau kilang	110	Kepekatan
Kilang yang bising dan jalan yang sibuk	90	Sangat kuat
Pejabat yang bising dan purata bising kilang	70	Kuat
Rumah yang bising dan purata bising pejabat	50	Sederhana
Pejabat persendirian, percakapan yang senyap	30	Samar
Bisikan	10	Sangat samar

(Sumber: Harris, 1991)



## 2.2 Jenis Hingar

Bagi memilih parameter pengukuran, peralatan yang diguna dan jangka masa, adalah penting bagi mengetahui jenis hingar yang terlibat (Bruel and Kjaer, 2002). Terdapat beberapa hingar yang tergolong mengikut sifat dan sumbernya:

### 2.2.1 Hingar berterusan

Bising yang dihasilkan oleh mesin yang beroperasi tanpa gangguan pada mod yang sama, contohnya bunyi telefon, pam dan peralatan memproses. Pengukuran dengan jangka masa beberapa minit sahaja menggunakan peralatan tangan yang ringkas adalah mencukupi untuk menentukan paras hingar.

### 2.2.2 Hingar bersela

Apabila mesin beroperasi dalam dalam kitaran ataupun sesebuah kenderaan atau kapal terbang berlalu, paras hingar bertambah dan berkurang dengan cepat. Bagi setiap kitaran yang berpunca dari hingar mesin, paras hingarnya boleh diukur sebagai hingar berterusan. Akan tetapi, tempoh kitarannya mesti dicatat. Kenderaan atau kapal terbang yang melalu (secara individu) adalah dikenali sebagai kejadian. Bagi mengukur hingar sesuatu kejadian, Paras Pendedahan Bunyi (*Sound Exposure Level*) akan diukur, menggabungkan tahap dan tempoh kepada satu penghurai individu (*single descriptor*). Nilai maksimum *sound pressure level* juga boleh diguna. Sejumlah kejadian yang sama boleh diukur untuk mendapatkan purata yang lebih jitu (Bruel and Kjaer, 2002).



### 2.2.3 Hingar impulsif

Hingar yang berpunca dari letupan, seperti bunyi tembakan. Hingar jenis ini adalah bersifat pendek dan mendadak dan kesannya yang mengejutkan menghasilkan gangguan yang jauh lebih hebat berbanding jenis hingar yang lain. Untuk mengukur paras jenis hingar ini, perbezaan antara parameter respon cepat (*quickly responding*) dan respon perlahan (*slowly responding*) boleh diguna. Kadar pengulangan (bilangan impuls sesaat/ seminit/ sejam/ sehari) juga mesti dicatat.

### 2.2.4 Hingar nada gangguan

Hingar jenis ini dihasilkan melalui dua cara iaitu mesin dengan bahagian yang berputar seperti motor, kotak gear, kipas dan pam yang sentiasa menghasilkan nada. Ketidakseimbangan atau pengulangan kesan menyebabkan getaran yang apabila dipindah menerusi permukaan ke dalam air, boleh didengar sebagai nada. Debaran aliran atau cecair juga menghasilkan nada yang disebabkan oleh proses pembakaran atau sekatan pengaliran. Nada boleh diidentifikasi sebagai subjektif melalui pendengaran ataupun objektif menggunakan analisis frekuensi. Kebolehdengaran ini kemudiannya dihitung dengan membandingkan paras nada ini dengan paras komponen spektral persekitaran (Bruel and Kjaer, 2002).





### 2.2.5 Hingar frekuensi rendah

Hingar jenis ini mempunyai tenaga akustik penting yang berada dalam lingkungan frekuensi 8-100 Hz dan adalah biasa dibebaskan oleh enjin diesel yang besar dalam kereta api, kapal dan kilang penjana kuasa. Hingar ini adalah sukar diserakkan pada semua arah menyebabkannya boleh didengar untuk berbatu-batu jauhnya dari sumbernya. Hingar frekuensi rendah ini adalah lebih mengganggu berbanding hingar *A-weighted sound pressure level*. Bagi mengira kebolehdengaran komponen frekuensi rendah dalam hingar, spektrumnya akan diukur dan menbandingkannya dengan julat pendengaran. *Infrasound* mempunyai spectrum yang mengandungi komponen penting di bawah 20 Hz. Ia lebih dianggap sebagai tekanan lebih daripada bunyi (Bruel and Kjaer, 2002).

### 2.3 Faktor Mempengaruhi Penyebaran Hingar

Banyak faktor yang mempengaruhi tahap hingar. Bagi menjelaskan sesuatu penyebaran hingar, persoalan bagaimana hingar dibebaskan dari sumbernya, kemudian dipindahkan melalui udara dan akhirnya sampai kepada penerima perlu dipertimbangkan (Smith *et al.*, 1996). Antara faktor penting yang mempengaruhi propagasi hingar adalah jenis sumber hingar, angin dan rintangan hingar seperti yang dihuraikan di bawah ini.





## RUJUKAN

- ARL Tenaga Sdn. Bhd., 1996. *Environmental Impact Assessment for Incinerator ARL*.  
Universiti Malaysia Sabah, Malaysia.
- ARL Tenaga Sdn. Bhd, 2003. *Environmental Monitoring Report*. Chemsain Konsultant  
Sdn. Bhd., Malaysia.
- Attenborough, K., 1972. *Noise Abatement*. The Open University, Buckinghamshire.
- Beranek, L. L. and Istvan L. Ver, 1992. *Noise and Vibration Control Engineering*. John  
Wiley & Sons, Inc., United States.
- Botkin, D. B., and Keller, E. A., 2000. *Environmental Science*. 3<sup>rd</sup> Edition. John Wiley &  
Sons, Inc., United States.
- Bruel & Kjaer, 2002. *Environmental Noise*. United States.
- Bugliarello, G., Alexandre, A., Barnes, J. and Wakstein, C., 1976. *The Impact of Noise  
Pollution*. Pergamon Press Inc, United State.
- Cheremisinoff, P. N., 1993. *Industrial Noise Control*. PTR Prentice Hall, United Stated.



- Garcia, A., 1997. Noise survey in the community of Valencia (Spain). *Acustica* **83**, 516-521.
- Harris, D. A., 1991. *Noise Control Manual: Guidelines for Problem-Solving In the Industrial and Commercial*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Jabatan Alam Sekitar, 1996. *Laporan Kualiti Alam Sekeliling*. Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar, Malaysia.
- Jabatan Alam Sekitar, 1997. *Laporan Kualiti Alam Sekeliling*. Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar, Malaysia.
- Jabatan Sumber Tenaga Amerika Syarikat, 2004. *Regulation Standards: Occupational Noise Exposure*. [http://www.osha.gov/pls/owadisp.show\\_document.htm](http://www.osha.gov/pls/owadisp.show_document.htm).
- Jabatan Sumber Tenaga Malaysia, 2004. *National Guidelines In Malaysia*.  
<http://www.ilo.org/public/english/employment/gems/guideline/Malaysia/mhr.htm>.
- Lembaga Letrik Sabah, 1992. *Proposed Power Generation Expansion Project by LLS at Melawa Power Station, KK, Sabah*. Biro Penyelidikan dan Perundingan UKM, Malaysia.



- Maekawa, Z., 1997. Environmental acoustics update. *Journal of The Acoustical Society of Japan* **18**, 97-107.
- Mechel, F. P., 1997. A uniform theory of sound screens and dams. *Acustica* **83**, 260-283.
- Petrusewicz, S. A. and Longmore, D. K., 1974. *Noise and Vibration Control for Industrialists*. Elek Science, London.
- Redl, W. A., 1985. *Noise and Vibration Measurement: Prediction and Mitigation*. American Society of Civil Engineers, New York.
- Smith, B. J., Peters, R. J. and Owen, S., 1996. *Acoustics and Noise Control*. 2nd Edition. Longman Group UK Limited, United Kingdom.
- The Conservation Foundation, 1980. Noise Control Efforts Stir Up Many Disputes. *Conservation Foundation Letter*, June, 2-5.
- Truat, B., 1999. *Handbook for Acoustic Ecology*. 2nd Edition. Simon Fraser University. <http://www2.sfu.ca/sonic-studio/handbook/index.html>.
- Wu, S. F., Su, S. and Shah, H., 1998. Noise Radiation From Engine Cooling Fans. *Journal of Sound and Vibration* **216** (1), 107-132.

