

**SIMULASI PENGOPTIMUMAN PENGHADANG  
UNTUK MENGURANGKAN BUNYI BISING  
DARIPADA OPERASI KUARI PASIR DAN  
BATU DI DAERAH KOTA BELUD SABAH**



**FAKULTI SAINS DAN SUMBER ALAM  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH  
2018**

**SIMULASI PENGOPTIMUMAN PENGHADANG  
UNTUK MENGURANGKAN BUNYI BISING  
DARIPADA OPERASI KUARI PASIR DAN  
BATU DI DAERAH KOTA BELUD SABAH**

**NORFADILLAHUSNA BINTI YAKUP**



**TESIS INI DIKEMUKAKAN UNTUK  
MEMENUHI SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH  
SARJANA SAINS**

**FAKULTI SAINS DAN SUMBER ALAM  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH  
2018**

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN TESIS

JUDUL : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

IJAZAH : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

SAYA : \_\_\_\_\_ SESI PENGAJIAN : \_\_\_\_\_

(HURUF BESAR)

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

1. Tesis adalah hak milik 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 AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh:

\_\_\_\_\_  
(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

TARIKH: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)\_\_\_\_\_  
(NAMA PENYELIA)

TARIKH: \_\_\_\_\_

## Catatan:

\*Potong yang tidak berkenaan.

\*Jika tesis ini SULIT dan 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 disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).

## PENGAKUAN

Karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan, ringkasan dan rujukan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

9 Januari 2018

.....

Norfadillahusna binti Yakup

MS1521020T



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## PENGESAHAN

NAMA : **NORFADILLAHUSNA BINTI YAKUP**

NO. MATRIK : **MS 1521020T**

TAJUK : **SIMULASI PENGOPTIMUMAN PENGHADANG UNTUK  
MENGURANGKAN BUNYI BISING DARIPADA OPERASI  
KUARI PASIR DAN BATU DI DAERAH KOTA BELUD,  
SABAH**

IJAZAH : **SARJANA SAINS (SAINS SEKITARAN)**

TARIKH VIVA : **04 MEI 2018**



**UMS**  
DISAHKAN OLEH;  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Tandatangan

**PENYELIA**

DR. CAROLYN MELLISA PAYUS

---

## PENGHARGAAN

Assalamualaikum dan Salam Sejahtera. Sepanjang melakukan kajian ini, saya banyak mendapat pertolongan dan sokongan daripada orang sekeliling. Oleh itu, saya ingin menyatakan penghargaan kepada mereka yang telah membantu saya sepanjang kajian saya.

Pertama, saya ingin berterima kasih kepada penyelia saya iaitu Dr. Carolyn Melissa Payus, yang senantiasa sabar dalam memberi idea dan motivasi kepada saya sepanjang pengajian saya di Universiti Malaysia Sabah. Selain itu saya juga ingin berterima kasih kepada pemilik kilang kuari dan pasir iaitu En. Guan Onn kerana mengizinkan saya untuk melakukan pemantauan aras bunyi di kilang beliau. Kebaikan beliau mengizinkan saya menjalankan pemantauan adalah sangat bermakna buat saya untuk mendapatkan data yang sebenar daripada kilang kuari dan pasir. Tidak lupa juga kepada Profesor Madya Dr. Justin Sentian kerana sudi memberikan buah fikiran kepada saya untuk melangsungkan kajian ini.

Akhir sekali, saya ingin berterima kasih kepada keluarga saya dan kawan-kawan kerana sentiasa mengambil berat dan memberikan galakan kepada untuk meneruskan pengajian saya selama dua tahun ini.

Norfadillahusna Binti Yakup

9 Januari 2018

## ABSTRAK

Bunyi merupakan gelombang tekanan yang terhasil daripada getaran objek. Gelombang ini kemudiannya di kesan oleh telinga lalu menghantar isyarat ke otak untuk mengenalpasti bunyi objek. Apabila aras bunyi meningkat melebihi had yang boleh diterima oleh telinga manusia, hingga menyebabkan bunyi yang didengari tidak diingini, tidak menyenangkan dan boleh menjejaskan kesihatan manusia, ia dipanggil sebagai hinggar. Pendedahan kepada bunyi yang tidak terkawal dalam industri kuari pasir dan batu menyebabkan peningkatan pencemaran hinggar di kalangan pekerja dan penduduk setempat yang tinggal berhampiran dengan kuari. Pendedahan berlebihan kepada bunyi boleh menimbulkan masalah daripada kesan kejengkelan hingga menyebabkan masalah pendengaran. Kajian ini telah dijalankan di salah satu kuari pasir dan batu di Daerah Kota Belud. Tujuh tapak pemantauan telah dipilih iaitu pam air, penyembur air, *roller sand screen*, pejabat, pejabat penimbang, kuari batu dan kawasan perumahan. Hasil kajian menunjukkan bahawa purata aras tekanan bunyi (*equivalent continuous sound level, Leq*) yang paling tinggi ialah daripada kuari batu iaitu  $94.6 \pm 1.6$  dBA dan  $91.8 \pm 0.4$  dBA, diikuti oleh *roller Sand Screen* dengan  $90.8 \pm 0.3$  dBA. Kawasan pam air, penyembur air, pejabat penimbang dan kawasan kediaman masing-masing menghasilkan purata aras tekanan bunyi (*equivalent continuous sound level, Leq*) pada  $87.4 \pm 0.3$  dBA,  $86.9 \pm 1.5$  dBA,  $69.5 \pm 5.4$  dBA dan  $67.2 \pm 1.9$  dBA. Purata aras tekanan bunyi (*Leq*) yang terendah direkodkan adalah di pejabat iaitu  $65.0 \pm 4.3$  dBA. Terdapat tiga tapak pemantauan yang melebihi had piawai yang ditetapkan oleh Jabatan Alam Sekitar (JAS) dan Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (DOSH) iaitu tapak roller sand screen, tapak kuari batu dan kawasan perumahan. Oleh itu, reka bentuk penghadang yang kos efektif, selamat, mudah dibina dan diselenggara adalah di cadangkan untuk mengurangkan kesan bunyi di kawasan perumahan daripada kuari pasir dan batu di Kota Belud Sabah. Dua perisian pemodalan bunyi digunakan iaitu Mas Environmental dan dB Foresight untuk melakukan simulasi penghadang di antara kawasan perumahan dan kawasan kuari batu dan pasir. Parameter penghadang bunyi yang dipilih adalah ketinggian penghadang iaitu daripada 2 meter hingga 5 meter; jarak penghadang daripada sumber iaitu antara 1 meter hingga 20 meter; dan ketebalan penghadang bunyi iaitu diantara 1cm hingga 30 cm. Daripada simulasi yang dilakukan, penghadang yang paling optimum yang sesuai diaplikasikan bagi mengurangkan bunyi bising di kawasan perumahan adalah penghadang bunyi yang berketinggian 4 meter, 1 meter jarak daripada sumber dan berketebalan 10cm yang boleh mengurangkan aras tekanan bunyi hingga 19.6 dBA iaitu daripada aras tekanan bunyi 74.6 dBA hingga 55.0 dBA. .

## **ABSTRACT**

### ***SIMULATION OF BARRIER OPTIMIZATION TO MINIMIZE NOISE FROM SAND AND STONE QUARRY OPERATIONS AT KOTA BELUD DISTRICT***

*Sound is a pressure wave resulting from vibrations of the object. This wave is then detected by ear and then submit the signal to brain to identify the sound of the object. When the sound level rises above the acceptable limits of the human ear causing undesirable sounds, unpleasant and can affect human health, then it is called noise. Exposure to uncontrolled noise in the sand and stone quarry industry led to increased noise pollution among workers and people living close to quarry. Excessive exposure to noise can cause problems from irritating effects to hearing problems. This study was conducted in one of the sand and stone quarries in Kota Belud District. Seven monitoring sites were selected, namely water pumps, water injector, roller sand screen, office, weighing office, stone quarry and residential area. The results showed that the highest average sound pressure level (equivalent continuous sound level,  $L_{eq}$ ) was from stone quarry with  $94.6 \pm 1.6$  dBA and  $91.8 \pm 0.4$  dBA, followed by roller sand screen with  $90.8 \pm 0.3$  dBA. The water pumps, water injector, weighing office and residential area producing average sound pressure level ( $L_{eq}$ ) at  $87.4 \pm 0.3$  dBA,  $86.9 \pm 1.5$  dBA,  $69.5 \pm 5.4$  dBA and  $67.2 \pm 1.9$  dBA respectively. The lowest equivalent continuous sound pressure level ( $L_{eq}$ ) is recorded at the office with  $65.0 \pm 4.3$  dBA. There are three monitoring sites that exceed the standard limits set by the Department of Environment (DOE) and Department of Occupational Safety and Health (DOSH) which is stone quarry, roller sand screen and residential area. Therefore, cost-effective, safe, easy-built and maintained barriers designs are suggested to reduce noise impacts from sand and stone quarries in residential areas at Kota Belud Sabah. Noise modelling of MAS Environmental and dB Foresight is used to simulate the noise barrier between residential area and sand and stine quarry. The selected parameter for noise barrier is barrier's height from 2 meters to 5 meters; the distance from the source that is between 1 meter to 20 meters; and the thickness of the barrier which is between 1cm to 30 cm. From the simulation, the optimum barrier that can reduce the noise in the residential area is a 4 meters height of noise barrier, 1 meter distance from source and 10cm thick of barrier in which can attenuate sound pressure level up to 19.6 dBA which is reduces sound pressure level from 74.6 dBA to 55.0 dBA.*



## ISI KANDUNGAN

	Halaman
<b>TAJUK</b>	i
<b>PENGAKUAN</b>	ii
<b>PENGESAHAN</b>	iii
<b>PENGHARGAAN</b>	iv
<b>ABSTRAK</b>	v
<b><i>ABSTRACT</i></b>	vi
<b>ISI KANDUNGAN</b>	vii
<b>SENARAI JADUAL</b>	x
<b>SENARAI RAJAH</b>	xi
<b>SENARAI SINGKATAN</b>	xiii
<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xiv
<b>1.0 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Kajian	1
1.2 Pernyataan Masalah	3
1.3 Persoalan Kajian	4
1.4 Objektif Kajian	4
1.5 Skop Kajian	5
1.6 Kepentingan Kajian	5
<b>2.0 KAJIAN PERPUSTAKAAN</b>	
2.1 Bunyi	6
2.1 Ciri- Ciri Bunyi	6
2.3 Pengukuran Bunyi	7
2.4 Pengukuran Bunyi Dalam Desibel	8
2.5 Pemberat Frekuensi Bunyi	10

2.6 Hingar	11
2.7 Kesan-kesan Hingar	13
2.7.1 Kejengkelan	14
2.7.2 Penyakit Kardiovaskular	14
2.7.3 Gangguan Tidur	15
2.7.4 Kesan Kecekapan Pekerjaan	15
2.7.5 Kehilangan Pendengaran	16
2.8 Panduan dan Perundangan Berkaitan Hingar	17
2.9 Panduan dan Perundangan Berkaitan Hingar di Malaysia	19
2.10 Kajian Perpustakaan Terhadap Hingar dalam Industri Kuari dan Pasir	23
<b>3.0 METODOLOGI</b>	
3.1 Latar Belakang Kawasan Kajian	30
3.2 Kawasan Pemonitoran	31
3.3 Carta Alir Kawasan Kajian	35
3.4 Pemonitoran dan Pengambilan Data	36
3.4.1 Meter Aras Bunyi ( <i>Sound Level Meter</i> )	37
3.4.2 Analisa Data daripada Pengukuran Meter Aras Bunyi	38
3.5 Simulasi Penghadang	39
<b>4.0 HASIL DAN PERBINCANGAN</b>	
4.1 Pam Air	40
4.2 Penyembur Air	44
4.3 <i>Roller Sand Screen</i>	48
4.4 Pejabat	52
4.5 Pejabat Penimbang	56
4.6 Kuari Batu	61
4.7 Perumahan	66
4.8 Nilai Bunyi Leq Keseluruhan di Kawasan Kuari Pasir dan Batu dan	

kawasan Perumahan	69
4.9. Nilai Leq Bunyi di Kawasan Perumahan (Penerima) dengan Keadaan Penghadang yang Berbeza.	72
4.9.1 Ketinggian	72
4.9.2 Jarak Penghadang daripada Sumber Bunyi	79
4.9.3. Ketebalan Penghadang	87
4.10 Penghadang yang Sesuai digunakan di Kuari Pasir dan Batu di Kota Belud Sabah	90
4.11 Cadangan Lain untuk Penambahbaikan Mengurangkan aras bunyi di Kawasan Kuari Batu dan Pasir dan kawasan Perumahan (Penerima) di Kawasan Kajian	95
<b>5.0 KESIMPULAN</b>	97
<b>RUJUKAN</b>	99
<b>LAMPIRAN</b>	107



## SENARAI JADUAL

	Halaman
Jadual 2.1: Jenis-jenis hingar serta penerangan dan contoh	12
Jadual 2.2: Aras bunyi maksimum yang dibenarkan mengikut kategori kenderaan	20
Jadual 2.3: Tahap maksimum bunyi yang di benarkan (LAeq) oleh JAS dan DOSH	21
Jadual 2.4: Ringkasan peraturan dan akta yang berkaitan dengan hingar di Malaysia	22
Jadual 2.5: Kajian lalu mengenai aras bunyi di kuari pasir dan batu	28
Jadual 3.1: Penerangan mengenai tapak pemantauan yang dipilih.	32
Jadual 3.2 Tarikh pemantauan aras tekanan bunyi di setiap tapak pemantauan	37
Jadual 4.1 Aras bunyi di ketujuh-tujuh tapak pemantauan dan piawaian had bunyi	69
Jadual 4.2 Aras kuasa dan tekanan bunyi di kawasan perumahan dengan ketinggian penghadang yang berbeza	73
Jadual 4.3 Aras kuasa dan tekanan bunyi di kawasan perumahan dengan jarak penghadang daripada sumber bunyi yang berbeza	80

## SENARAI RAJAH

	Halaman
Rajah 2.1: Perbandingan antara Aras Tekanan Bunyi (dBA) dan Sumber Bunyi (Department of Environment and Heritage Protection, 2013).	10
Rajah 2.2: Carta alir pemprosesan pasir dan batu..	25
Rajah 2.3: Aliran proses pemecahan batu-batuan (Sabtuti & Sugiyarto, 2007)	26
Rajah 3.1: Peta kuari pasir dan batu di Kota Belud Sabah.	31
Rajah 3.2: Carta alir kajian aras bunyi di kilang Pasir dan Batu, Kota Belud Sabah	35
Rajah 3.3: Mini Digital LCD Sound Noise Level Meter Tester 30-130dB Decibel Pressure GM1351	38
Rajah 4.1: Aras tekanan bunyi (dBA) selama 8 jam dengan selangan masa setiap 5 minit untuk 2 hari pemantauan di tapak Pam Air	43
Rajah 4.2: Aras tekanan bunyi (dBA) selama 8 jam dengan selangan masa setiap 5 minit untuk 2 hari pemantauan di tapak Penyembur Air	46
Rajah 4.3: Aras tekanan bunyi (dBA) selama 8 jam dengan selangan masa setiap 5 minit untuk 2 hari pemantauan di tapak <i>Roller Sand Screen</i>	51
Rajah 4.4: Aras tekanan bunyi (dBA) selama 8 jam dengan selangan masa setiap 5 minit untuk 2 hari pemantauan di tapak Pejabat	54
Rajah 4.5: Aras tekanan bunyi (dBA) selama 8 jam dengan selangan masa setiap 5 minit untuk 2 hari pemantauan di tapak Pejabat Penimbang	60
Rajah 4.6: Aras tekanan bunyi selama 45 minit dengan selangan masa setiap 5 minit pemantauan semasa aktiviti pemecahan batu bersaiz besar di tapak Kuari Batu	64
Rajah 4.7: Aras tekanan bunyi selama 3 jam dengan selangan masa setiap 5 minit pemantauan semasa aktiviti pemecahan batu bersaiz kecil di tapak Kuari Batu	65

Rajah 4.8:	Aras tekanan bunyi (dBA) selama 8 jam dengan selang masa setiap 5 minit untuk 2 hari pemantauan di tapak kawasan Perumahan	68
Rajah 4.9:	Peta Kontur Bunyi di tujuh tapak pemantauan dan aras kuasa bunyi di kawasan perumahan	70
Rajah 4.10:	Peta kontur bunyi dengan penghadang setinggi 2 meter	74
Rajah 4.11:	Peta kontur bunyi dengan penghadang setinggi 2.5 meter	75
Rajah 4.12:	Peta kontur bunyi dengan penghadang setinggi 3 meter	76
Rajah 4.13:	Peta kontur bunyi dengan penghadang setinggi 4 meter	77
Rajah 4.14:	Peta kontur bunyi dengan penghadang setinggi 5 meter	78
Rajah 4.15:	Peta kontur dengan penghadang 1 meter daripada sumber bunyi	81
Rajah 4.16:	Peta kontur dengan penghadang 5 meter daripada sumber bunyi	82
Rajah 4.17:	Peta kontur dengan penghadang 10 meter daripada sumber bunyi	83
Rajah 4.18:	Peta kontur dengan penghadang 15 meter daripada sumber bunyi	84
Rajah 4.19:	Peta kontur dengan penghadang 20 meter daripada sumber bunyi	85
Rajah 4.20:	Perbezaan antara panjang laluan (PLD) dengan posisi penghadang yang berbeza	86
Rajah 4.21:	Aras bunyi di kawasan perumahan dengan ketebalan penghadang yang berbeza	89
Rajah 4.22:	Aras bunyi di kawasan perumahan (penerima) dengan ketinggian penghadang 3 meter, ketebalan 3 cm dan jarak daripada sumber iaitu 1 meter	92
Rajah 4.23:	Jenis-jenis penghadang bunyi logam	93
Rajah 4.24:	Penghadang bunyi jenis PVC	94
Rajah 4.25:	Penghadang bunyi jenis kayu	95

## SENARAI SINGKATAN

dB	desibel
DOE	Department of Environment Malaysia
Hz	Hertz
NIHL	Noise induced hearing loss
m	meter
Pa	Pascal
SPL	Sound pressure level
WHO	World Of Health Organization



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## SENARAI LAMPIRAN

	Halaman	
Lampiran A	Aras bunyi daripada pukul 8.00 pagi hingga 5.00 petang di Pam Air	107
Lampiran B	Aras bunyi daripada pukul 8.00 pagi hingga 5.00 petang di Penyembur Air	111
Lampiran C	Aras bunyi daripada pukul 8.00 pagi hingga 5.00 petang di <i>Roller Sand Screen</i>	115
Lampiran D	Aras bunyi daripada pukul 8.00 pagi hingga 5.00 petang di Pejabat	119
Lampiran E	Aras bunyi daripada pukul 8.00 pagi hingga 5.00 petang di Pejabat Penimbang	123
Lampiran F	Aras bunyi pemantauan pertama (10.00 pagi hingga 10.45 pagi) dan pemantauan kedua (2.00 petang hingga 5.00 petang) di Kuari Batu	127
Lampiran G	Aras bunyi daripada pukul 8.00 pagi hingga 5.00 petang di Perumahan	129
Lampiran H	Tapak Pam Air	133
Lampiran I	Tapak Penyembur Air	134
Lampiran J	Tapak <i>Roller Sand Screen</i>	135
Lampiran K	Tapak Pejabat	136
Lampiran L	Tapak Pejabat Penimbang	137
Lampiran M	Tapak Kuari Batu	138
Lampiran N	Tapak Perumahan	139
Lampiran O	Jadual tahap bunyi yang dibenarkan oleh Jabatan Alam Sekitar (JAS)	140
Lampiran P	Had Pendedahan bunyi yang di benarkan oleh Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (DOSHS)	141



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Kajian

Pencemaran bunyi di kawasan kuari merupakan salah satu permasalahan alam sekitar yang memberi risiko kepada pekerja-pekerja dan penduduk sekitar (Farzana *et al.*, 2014). Kuari pasir dan batu merupakan industri yang mengeluarkan pasir dan batuan pelbagai saiz bagi tujuan pembinaan bangunan, jambatan, terowong dan jalan raya. Kuari seperti ini biasanya terletak berhampiran dengan sungai kerana sungai merupakan salah satu sumber pasir dan batu-batuan tersebut. Industri ini semakin pesat membangun dan banyak dibina di bandar serta daerah-daerah kecil (Gusrianto, 2016). Pembangunan industri yang semakin pesat ini meningkatkan pendedahan pencemaran bunyi kepada pekerja serta penduduk sekitar kuari jika pencemaran tidak dibendung.

Terdapat beberapa aktiviti-aktiviti yang dijalankan di kuari pasir dan batu seperti *screening*, pemecahan batu, penggunaan mesin-mesin berat dan pengangkutan. Aktiviti-aktiviti ini menyebabkan gangguan kepada penduduk sekeliling dan pekerja dan menyebabkan bahaya kepada mereka dari segi kesan fisiologi dan psikologi seperti kehilangan pendengaran, kesihatan terjejas dan prestasi pekerjaan merundum (Naik *et al.*, 2007). Secara umum, aras bunyi yang melebihi 85 dB adalah dianggap berbahaya bergantung kepada pendedahan seseorang kepada bunyi tersebut. Beberapa kajian lalu menyatakan bahawa pekerja di lombong, kuari, kilang papan, kilang tekstil, mesin cetak dan mana-mana pekerjaan yang melibatkan mesin menghasilkan bunyi yang melebihi daripada bunyi yang boleh diterima oleh seseorang

individu berpotensi untuk mengalami masalah pendengaran. Dalam industri arang batu, lebih kurang 76% pekerja terdedah dengan aras bunyi yang tinggi. Ini menyebabkan 25% mengalami masalah pendengaran yang teruk dan 80% pekerja mengalami masalah pendengaran pada usia persaraan (Gyamfi *et al.*, 2016).

Kajian mengenai aras bunyi di kuari pasir dan batu yang bersumberkan sungai dan impaknya kepada perumahan yang terdekat adalah masih terhad dan sedikit di Malaysia. Biasanya, bunyi bising daripada kenderaan merupakan penyumbang utama kepada pencemaran bunyi di kawasan perumahan di Malaysia (Leong & Shafiek, 1994). Suatu kajian oleh Elfaig *et al.* (2014) mengenai aras tekanan bunyi yang di terima di kawasan perumahan daripada bunyi trafik di Malaysia adalah di antara 52.1 dBA hingga 72.7 dBA. Kesan daripada itu, aras bunyi yang diterima ini mengganggu penduduk dari segi kejengkelan, gangguan tidur, mengganggu komunikasi dan penerimaan mesej sesama mereka. Perkara ini juga turut disokong oleh Damavandi dan Nowrouzi (2012), di mana bunyi bising menyebabkan kejengkelan dan gangguan tidur terhadap penduduk di Malaysia yang tinggal berhampiran sumber bunyi. Satu lagi kajian daripada Leong dan Shafiek (1994) ada menyatakan bahawa kawasan perumahan yang berdekatan dengan kawasan perindustrian menyebabkan kejengkelan di kalangan penduduk. Dalam kajian tersebut juga menyatakan kes yang berlaku di Malaysia di mana kilang besi yang terletak berdekatan dengan kawasan perumahan melakukan pengoperasian pembakaran yang berkala. Pengoperasian ini dianggap tidak menyenangkan bagi penduduk setempat. Aras bunyi kilang besi yang biasa didengari di kawasan perumahan adalah 45 dBA semasa operari biasa, dan 55 dBA semasa pengoperasian pembakaran berlaku. Oleh itu, penggunaan tumbuhan dan penghadang bunyi sangat disyorkan. Ini harus disokong oleh penguatkuasaan undang-undang dan peraturan untuk mewujudkan persekitaran yang kondusif untuk penduduk setempat di Malaysia.

## 1.2 Pernyataan Masalah

Kedudukan kawasan perumahan dalam kajian ini adalah sangat dekat dengan kawasan kilang pasir dan batu iaitu perbezaan jarak adalah lebih kurang diantara 100 ke 200 meter walhal Jabatan Alam Sekitar (JAS) menyatakan bahawa industri berat seperti kuari haruslah beroperasi sekurang-kurangnya 300 meter daripada kawasan yang sensitif seperti kawasan perumahan. Daripada hasil lawatan kawasan kajian yang dijalankan, ternyata ramai pengadu yang terdiri daripada penduduk setempat merasakan gangguan bukan sahaja debu malah bunyi bising yang terhasil daripada aktiviti-aktiviti yang dijalankan di kilang pasir dan batu yang berdekatan. Hal ini mendatangkan risiko kepada penduduk setempat seperti masalah kesihatan kepada penduduk setempat terutamanya masalah pendengaran apabila terdedah kepada bunyi yang bising secara berterusan tanpa perlindungan. Ramai orang tidak dapat membezakan antara bunyi dan hingar. Kerana itu, mereka akan mengabaikan bunyi yang terhasil sekitar mereka dan tidak melindungi telinga mereka terutamanya pekerja di setiap lokasi pemantauan di dalam kajian ini. Bunyi bising yang terlalu kuat adalah sangat menjengkelkan dan mengganggu ketenteraman awam. Pencemaran bunyi ini tidak memberikan kesan sampingan dalam masa jangka pendek, akan tetapi, ia membawa kepada kesan pada jangka masa panjang pada sistem pendengaran manusia. Kebanyakan manusia tidak akan menyedari terdapat masalah pada sistem pendengaran hinggalah mereka mengalaminya apabila menjangkau usia tua (Ikhwan, 2008).

Pencemaran bunyi juga boleh menyebabkan gangguan komunikasi, gangguan tidur, kurang tumpuan, cepat marah dan kurang cekap (Naik *et al.*, 2007). Selain daripada itu, pendedahan yang berterusan kepada tahap bunyi yang tinggi boleh menyebabkan sakit kepala, peningkatan tekanan darah, kerosakan saraf dan akhirnya menyebabkan pekak (Gyamfi *et al.*, 2016; Naik *et al.*, 2007). Sumber bunyi bising daripada kuari pasir dan batu yang paling utama adalah bunyi yang terhasil daripada penyaring bergetar. Penyaring bergetar beroperasi pada frekuensi yang tinggi dan keadaan tanpa penutup meningkatkan lagi tahap bunyi bising. Bunyi bising yang berselang yang datang daripada mesin pemecah juga merupakan salah satu punca bunyi

semasa mesin memecah batu-batuan. Bunyi bising berselang juga terhasil semasa operasi memunggah batu-batuan. Tambahan lagi, *conveyor belts* juga menghasilkan bunyi bising yang berterusan terutama apabila *conveyor belts* pengangkut tidak diselenggara dan murah (Divya *et al.*, 2012; Naik *et al.*, 2007). Penghasilan bunyi-bunyi ini mungkin menjadi faktor kepada kebisingan yang dialami di kawasan perumahan. Oleh itu, pelbagai inisiatif perlu di ambil kira bagi mengurangkan kesan bunyi ini kepada kawasan persekitaran bagi mencapai piawaian yang ditetapkan dan sekaligus memberi ketenteraman kepada penduduk berdekatan.

### **1.3 Persoalan Kajian**

Terdapat beberapa persoalan yang timbul dalam kajian ini iaitu:

- a) Berapakah aras tekanan bunyi di Kawasan sekitar kuari pasir dan batu dan kawasan perumahan yang terpilih?
- b) Berapakah aras tekanan bunyi yang boleh dikurangkan di kawasan perumahan selepas ditambah penghadang?
- c) Manakah penghadang yang sesuai diaplikasikan dengan mengambil kira kos pemasangan dan penyelenggaraan, masa pembinaan, nilai estetika dan keselamatan penduduk dan pekerja.

### **1.4 Objektif Kajian**

- i. Mengenalpasti aras tekanan bunyi di kawasan kuari pasir dan batu serta kawasan perumahan dan membandingkan purata aras tekanan bunyi (Leq) dengan piawaian had bunyi daripada DOSH (Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan) dan JAS (Jabatan Alam Sekitar).
- ii. Melakukan simulasi penghadang bunyi di antara kawasan kuari pasir dan batu dengan kawasan perumahan menggunakan perisian MAS Environmental dan dB Foresight bagi mengurangkan aras tekanan bunyi di kawasan perumahan.
- iii. Menjelaskan pengoptimuman penghadang yang sesuai diaplikasikan di kawasan kajian selepas simulasi penghadang antara kawasan kuari batu dan pasir dengan kawasan perumahan.

### **1.5 Skop Kajian**

Kajian ini memfokuskan kepada penilaian aras tekanan bunyi di kawasan pemantauan yang terpilih dan menentukan penghadang yang sesuai diaplikasikan di antara kawasan perumahan dan kuari pasir dan batu menggunakan perisian simulasi penghadang bunyi. Kuari yang dipilih adalah terletak di kawasan luar bandar dan bersumberkan pasir dan batu daripada sungai berdekatan. Ciri-ciri tapak pemantauan yang dipilih adalah tapak yang mempunyai pekerja, aktif beroperasi, dan kawasan perumahan yang terdekat dengan kuari pasir dan batu.

### **1.6 Kepentingan Kajian**

Kajian ini menyediakan data sebenar mengenai aras tekanan bunyi yang terhasil daripada kuari pasir dan batu yang terpilih sekaligus membandingkan aras tekanan bunyi di tempat tersebut dengan garis panduan had pencemaran bunyi yang sedia ada bagi tujuan penilaian. Kajian ini juga menyatakan ramalan aras bunyi menerusi perisian pemodalan bunyi dB Foresight dan MAS Environmental bagi tujuan simulasi penghadang. Selain daripada itu, kajian ini mencadangkan beberapa kaedah yang boleh diguna pakai oleh kuari pasir dan batu di Malaysia bagi mengurangkan kesan bunyi bising kepada persekitaran terutamanya kepada kawasan perumahan yang berdekatan.

## **BAB 2**

### **KAJIAN PERPUSTAKAAN**

#### **2.1 Bunyi**

Bunyi adalah suatu tenaga yang terhasil daripada getaran objek yang menyentuh molekul-molekul udara yang saling bergesel antara satu sama lain dan merambat disekeliling objek dalam bentuk tekanan gelombang (Teoh Kah Waie, 2003; University of Minnesota, 2010). Menurut Rusli (2009) pula, bunyi merupakan perubahan kepada tekanan udara yang dikesan oleh gegendang telinga dan menghantar isyarat ke bahagian otak. Frekuensi bunyi yang mampu didengari oleh manusia adalah dalam lingkungan 20Hz hingga 20kHz. Selain daripada itu, bunyi adalah disebarkan melalui medium pepejal, cecair dan gas. Kelajuan bunyi di rambat adalah lebih kurang 340 meter sesaat, akan tetapi, angka ini berubah-ubah mengikut medium yang dilalui. Kelajuan bunyi merambat di dalam besi adalah 5000 meter sesaat dan dalam air pula adalah 1500 meter sesaat (Rusli, 2009). Selain itu, kelajuan bunyi juga bergantung kepada ketumpatan dan suhu persekitaran di mana kelajuan bunyi lebih perlahan dalam keadaan persekitaran yang lembab berbanding persekitaran yang kering dan panas (Kristjánsson, 2016).

#### **2.2 Ciri-Ciri Bunyi**

Terdapat dua ciri penting yang perlu ada pada suatu gelombang bunyi iaitu amplitud dan frekuensi (Teoh Kah Waie, 2003). Frekuensi adalah digunakan untuk menentukan kenyaringan sesuatu bunyi di mana jika frekuensi meningkat, ton juga meningkat (Cranston, 2012). Manakala amplitud adalah digunakan untuk menentukan kelantangan sesuatu bunyi. Oleh itu, semakin tinggi amplitude, kelantangan sesuatu bunyi juga meningkat (Feigen, 1971; Chaturanga, 2014). Frekuensi biasanya diukur dalam bilangan satu putaran lengkap sesaat (cps) atau dalam unit Hertz (Hz). Frekuensi yang berada di bawah 20Hz disebut sebagai 'infrabunyi' sementara frekuensi di atas 20 000 Hz disebut sebagai 'ultrabunyi'. Akan

tetapi, tiada sempadan bunyi yang boleh di dengari dan hanya bergantung kepada ketinggian amplitud dan keadaan fisiologi pendengaran. Biasanya Apabila usia seseorang semakin meningkat tahap pendengaran bagi frekuensi tinggi mula menurun (Kristjánsson, 2016; Teoh Kah Waie, 2003). Bunyi yang bising adalah tidak semestinya adalah bunyi yang tidak diingini, di mana, bunyi bising bergantung kepada beberapa jenis ciri-ciri fizikal seperti masa (berapa lama bunyi itu berlangsung), frekuensi (nada tinggi dan nada rendah), dan keamatan (Lantang atau lemah). Antara ketiga-tiga ciri fizikal ini, keamatan merupakan kaedah yang biasa dan mudah bagi menerangkan mengenai bunyi bising (Maxwell, 2000). Secara amnya, hubungan frekuensi dan amplitud ( $\lambda$ ) diberikan oleh persamaan berikut :

$$C = f\lambda \quad (2.1)$$

Di mana,

C = kelajuan bunyi,  $\text{ms}^{-1}$

f = frekuensi,  $\text{s}^{-1}$

$\lambda$  = amplitud, m

Panjang gelombang tipikal adalah di antara 6.7 m pada 50 Hz hingga 67 mm pada 50000 Hz (Teoh Kah Waie, 2003).

### 2.3 Pengukuran Bunyi

Kuasa bunyi, keamatan bunyi dan tekanan bunyi digunakan untuk mengukur bunyi dalam aspek yang berlainan. Tekanan bunyi boleh diukur secara langsung. Keamatan bunyi dan kuasa bunyi adalah berkait dengan tekanan tetapi terdapat perbezaan dari segi pengukuran dan unit. Walaubagaimanapun, ketiga-tiga jenis pengukuran bunyi boleh di ekspresikan dalam unit dB iaitu skala logaritma (Department of Environmental and Heritage protection of Queensland, 2013; CCRMA, 2001). Tekanan bunyi merupakan daya bunyi di atas kawasan permukaan yang berserenjang dengan arah rembatan bunyi. Tekanan bunyi diukur dalam unit  $\text{N/m}^2$  atau Pa (Engineering ToolBox, 2003). Kadar minimum tekanan bunyi yang boleh didengari oleh telinga manusia adalah kurang daripada  $10^{-9}$  tekanan atmosfera atau lebih kurang  $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$  pada 1000 Hz. Telinga manusia adalah sensitif terhadap pelbagai variasi tekanan bunyi, oleh itu, ukuran tekanan bunyi dilakukan pada skala logaritma (skala desibel). Keamatan bunyi adalah kuantiti vektor yang menerangkan

tentang jumlah dan arah pengaliran tenaga akustik pada kedudukan yang tertentu. Unit bagi keamatan bunyi adalah Watt setiap meter persegi ( $W/m^2$ ). Pengukuran keamatan bunyi memerlukan pemantauan yang khas yang melibatkan dua mikrofon dan penganalisis keamatan bunyi. Keamatan bunyi menerangkan mengenai laluan bunyi dan digunakan untuk mengetahui lokasi sumber bunyi dan menilai bunyi daripada sumber (Söderback, 2009). Kuasa bunyi hanya boleh dikira atau dikenalpasti samaada berdasarkan pengukuran keamatan bunyi ataupun pengukuran tekanan bunyi. Kegunaan utama kuasa bunyi adalah untuk menilai tahap kebisingan suatu mesin. Bagi mengenalpasti aras kebisingan mesin yang banyak adalah dengan membandingkan aras kuasa bunyi mesin-mesin tersebut (Söderback, 2009). Unit kuasa bunyi adalah Watt (W).

#### **2.4 Pengukuran Bunyi dalam desibel**

Bunyi diukur menggunakan peralatan yang merekodkan tenaga akustik (tekanan bunyi). Tekanan bunyi bertukar kepada skala logaritma yang berlingkungan daripada tenaga akustik pada ambang pendengaran hingga ke tahap di mana boleh menyebabkan kerosakkan pada telinga (Basrur, 2000). Unit pada skala yang rambang ini dipanggil sebagai Bel. Apabila dibahagikan kepada sepuluh, maka dipanggil sebagai desiBel. Tekanan bunyi biasanya diukur menggunakan desibel (University of Minnessota, 2010). Manusia adalah kurang sensitif kepada frekuensi bunyi yang rendah, oleh itu, bunyi ini di ubahsuaikan dengan menggunakan penuras A untuk menjadikan nilai ukuran lebih baik untuk diguna pakai untuk manusia. Akhirnya, unit yang paling sesuai diguna pakai adalah nilai dBA. Pada frekuensi bunyi yang sangat rendah, kepekaan bunyi meningkat, oleh itu, unit dBA tidak lagi digunakan untuk mengukur pendedahan bunyi (Basrur, 2000). Peningkatan bunyi sebanyak tiga dBA adalah kurang ketara pada pendengaran manusia. Peningkatan sebanyak lima dBA adalah jelas didengari dan peningkatan sebanyak 10 dBA didengari dua kali lebih kuat berbanding sebelum (University of Minnessota, 2010).

Tekanan bunyi diukur dalam unit Pascal (Pa) akan tetapi diungkapkan dalam aras tekanan bunyi ( $L_p$ ) dalam desibel (dB), iaitu skala logaritma digunakan untuk mengecilkan nilai tekanan bunyi yang boleh didengari. Hubungan diantara tekanan bunyi dan  $L_p$  adalah seperti berikut (*Department of Environment and Heritage Protection, 2013*):