



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PENGARUH KEBISINGAN TERHADAP
PERFORMA SISWA SEKOLAH DASAR DI RUANG KELAS**

SKRIPSI

**ALEX JUSTIAN
0806458712**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA
DEPOK
JUNI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**Analisis Pengaruh Kebisingan terhadap Performa Siswa Sekolah
Dasar di Ruang Kelas**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**ALEX JUSTIAN
0806458712**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JUNI 2012**

ii

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Disertasi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan
semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Alex Justian
NPM : 0806458712

Tanda Tangan : 

Tanggal : 14 Juni 2012



LEMBAR PENGESAHAN


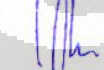


Skripsi ini diajukan oleh,

Nama : Alex Justian
NPM : 0806458712
Program Studi : Teknik Industri

Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Kebisingan terhadap
Performa Siswa Sekolah Dasar di Ruang
Kelas

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Arian Dhini ST., MT. ()
Penguji : Dendi P. Ishak, MSIE ()
Penguji : Ir. Boy Nurtjahyo MSIE ()
Penguji : Hj. Erlinda Muslim, Ir., MEE ()

Tanggal : 14 Juni 2012

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan, karena atas lindungan-Nya, saya dapat melancarkan penyelesaian skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak selama masa perkuliahan hingga tahap akhir penulisan skripsi, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

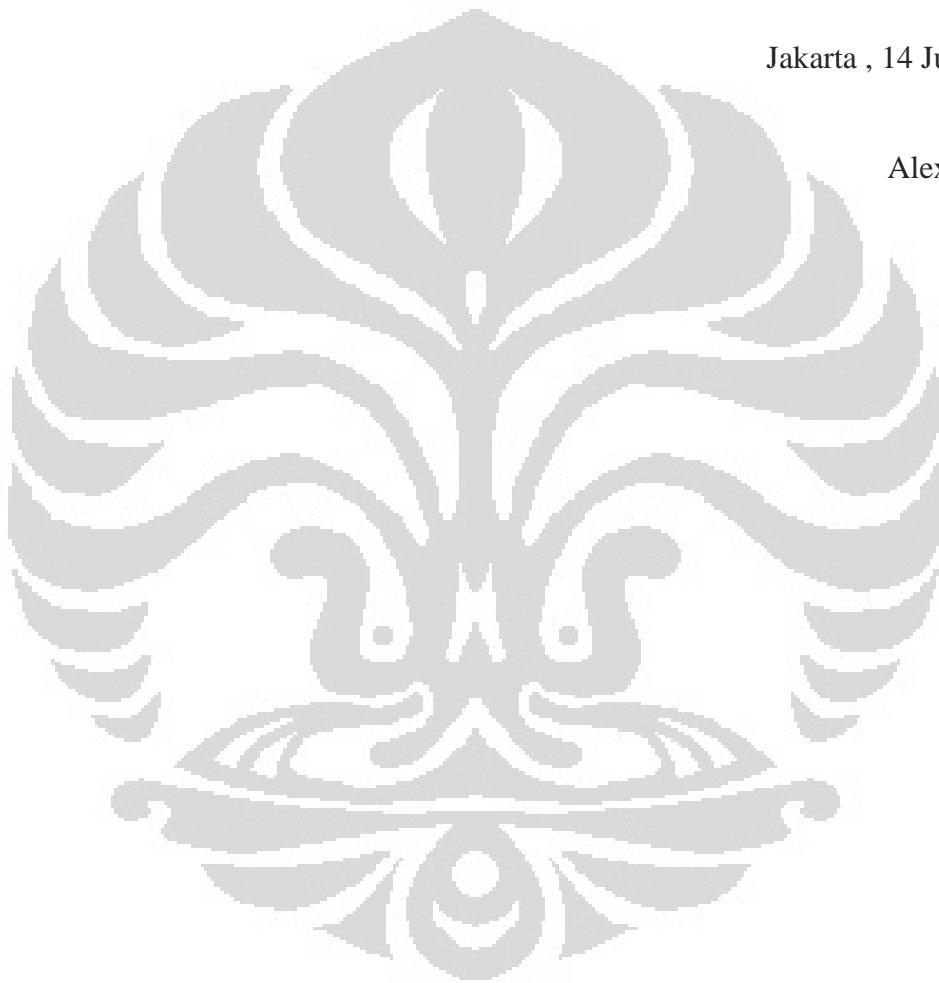
1. Ibu Arian Dhini selaku dosen pembimbing dan pembimbing akademik atas arahan, kesabaran dan semangat yang diberikan dalam membimbing penyelesaian skripsi ini.
2. Dosen – dosen lainnya yang tetap memberikan semangat dan masukan di kala penulis kebingungan, Pak Boy Nurtjahyo dan Pak Armand Oemar Moeis.
3. Pihak Sekolah Dasar Negeri Pondok Cina 1 atas kesempatan yang diberikan mereka kepada penulis untuk melakukan penelitian pada murid-murid mereka.
4. Rekan saya, Felita Ersalina yang sudah mau bekerja sama dengan penulis selama masa pengambilan data skripsi ini.
5. Orang tua saya, adik saya, dan keluarga besar saya yang selalu menyemangati dan raut muka bangga mereka selalu menjadi pemicu saya untuk tetap bersemangat.
6. Teman dekat saya, khususnya Anton Hartawan, Jimmy Fong, Ivan Angga Kusuma, Ricky Mulyadi, Stefan Darmansyah, Linda Stevphanie, Shelly Apsari, dan Stephanie Rengkung yang senantiasa menjadi teman terdekat penulis selama masa kuliah ini. Terima kasih untuk selalu menyeret penulis untuk bersenang-senang dan menikmati dunia perkuliahan.
7. Teman-teman Teknik Industri 2008 yang selama ini bersama penulis menghabiskan waktu perkuliahan yang sangat menyenangkan di Universitas Indonesia. Dukungan dan tepukan di pundak dari teman-teman semua sangat berarti.

8. Tidak lupa karyawan Departemen Teknik Industri yang banyak direpotkan dengan penulis yang sering pulang larut dari laboratorium dan membukakan pintu di pagi hari.

Akhir kata, saya sebagai penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan menjadi sumber pengetahuan yang baru bagi pembaca.

Jakarta , 14 Juni 2012

Alex Justian



LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alex Justian
NPM : 0806458712
Program Studi : Teknik Industri
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Analisis Pengaruh Kebisingan terhadap Performa Siswa Sekolah Dasar di Ruang Kelas

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal 14 Juni 2012

Yang menyatakan



(Alex Justian)

ABSTRAK

Nama : Alex Justian
Program Studi : Teknik Industri
Judul : Analisis Pengaruh Kebisingan terhadap Performa Siswa Sekolah Dasar di Ruang Kelas

Lingkungan dapat mempengaruhi kinerja seseorang dalam melaksanakan aktivitasnya. Lingkungan yang tidak nyaman dapat mengakibatkan menurunnya efektivitas suatu kegiatan, baik prosesnya, maupun hasilnya. Belajar adalah salah satu aktivitas yang sangat mudah dipengaruhi efektivitasnya. Belajar adalah sebuah aktivitas yang membutuhkan daya konsentrasi tinggi. Semakin tinggi konsentrasi belajar, semakin optimal hasil pembelajarannya. Dalam skripsi ini penulis mencoba menganalisa bagaimana pengaruh kebisingan terhadap performa belajar pada murid SD, dan juga seberapa tinggi batasan kebisingan yang dapat diterima oleh anak SD dengan menggunakan *Design of Experiment* untuk selanjutnya dianalisa dengan *Mode Adequacy Checking*. Setelah diteliti, hasil yang didapat adalah pajanan kebisingan dapat mempengaruhi performa belajar murid SD secara signifikan pada level di atas 53 DBA.

Kata Kunci:

Ergonomi, Kebisingan, Lingkungan Sekolah, *Choice Reaction Time*, *Psychophysics*.

ABSTRACT

Name : Alex Justian
Study Program : Industrial Engineering
Title : Analysis of noise effect at elementary student performance in class room

Environment can affects an individual's performance in doing their activities. An uncomfortable environment will reduce activity effectiveness, in either process and results. Learning is an activity which requiring high concentration. The higher one person could concentrate, more optimal the learning result. In this paper, the author tries to analyze how the noise influence elementary students performance in learning, and also the noise limit which still toleratable for the students by using Design of Experiment and then do the analyze with Mode Adequacy Checking. The result suggest that the noise exposure could affect elementary students' learning performance significantly on the level above 53DBA.

Keywords:

Ergonomy, Noise, School Environment, Choice Reaction Time, Psychophysics.

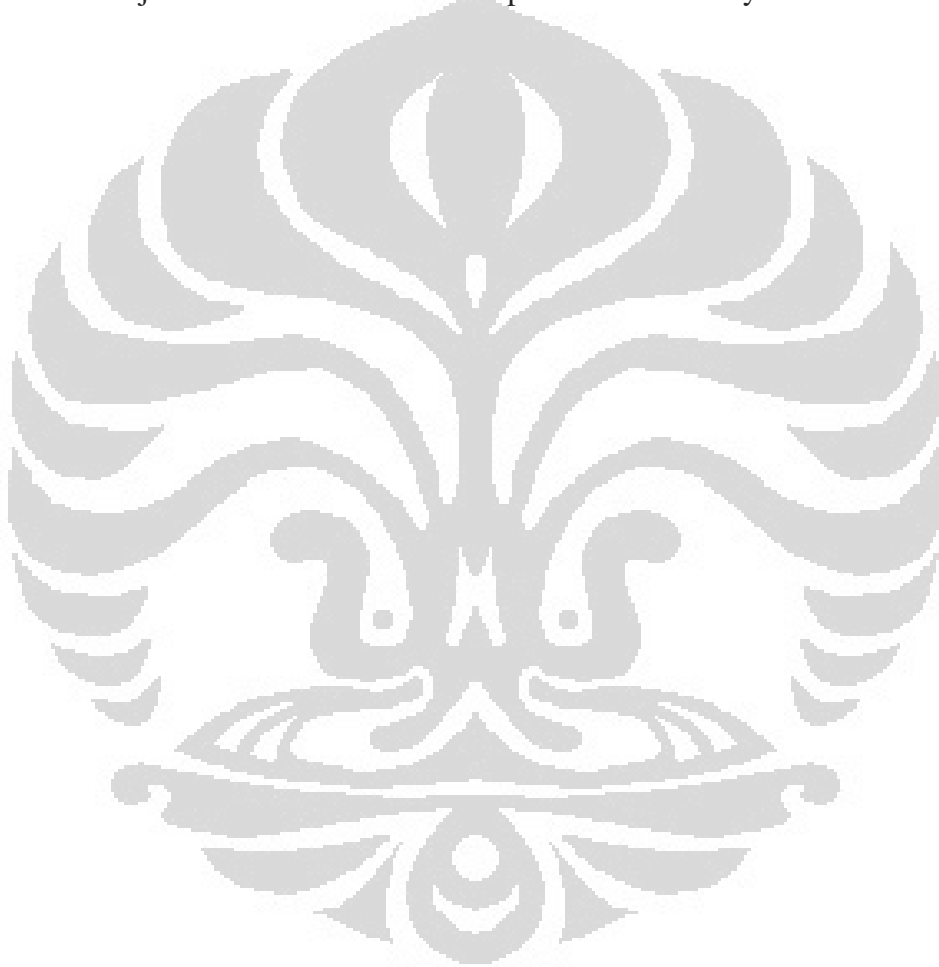
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Diagram Keterkaitan Masalah	3
1.3. Rumusan Permasalahan	3
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.6. Metodologi Penelitian	5
1.7. Sistematika Penulisan	8
2. STUDI PUSTAKA.....	10
2.1. Lingkungan Sekolah	10
2.1.1. Prinsip-prinsip Belajar Mengajar	10
2.1.2. Konsentrasi Belajar Siswa.....	11
2.2. Ergonomi.....	11
2.3. Suara	13
2.3.1. Definisi Suara dan Pengukuran Suara.....	13
2.3.2. Frekuensi Gelombang Suara	14
2.3.3. Intensitas Suara	14
2.4. Kebisingan	15
2.4.1. Kebisingan	15
2.4.2. Kebisingan	16
2.4.3. Definisi Kebisingan.....	16
2.4.4. Tingkat Kekerasan (<i>Loudness</i>) Suara.....	17
2.4.5. Skala Ukuran Level Suara (<i>Sound Level Meter</i>).....	17
2.4.6. Indeks Psikofisik	19
2.4.7. Batas Paparan Suara	20
2.4.8. Pengukuran Paparan Suara.....	22
2.5. Performa Kognitif	26
2.6. <i>Choice Reaction Time</i> dan <i>Psychophysics</i>	27
2.7. Perancangan Eksperimen	29
2.7.1. <i>Post Hoc</i> Test	31
3. PENGUMPULAN DATA	32
3.1. Desain Penelitian	32
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	32

3.3. Kriteria Responden	32
3.4. Pengambilan Data	32
3.4.1. Tahap I	32
3.4.2. Tahap 2.....	33
3.4.3. Pra-eksperimen.....	33
3.4.4. Pemberian Pajanan Kebisingan.....	33
3.5. Sumber Data.....	38
3.6. Jenis Variabel.....	38
3.6.1. Variabel Bebas	38
3.6.2. Variabel Terikat	38
3.7. Instrumen dan Alat-Alat penelitian.....	39
3.7.1. Instrumen penelitian yang digunakan	39
3.7.2. Alat-alat yang digunakan selama penelitian	39
3.8. Penyajian Data	39
3.9. Karakteristik Perlakuan Bising	40
4. PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS	41
4.1. Mode Adequacy Checking.....	41
4.1.1. <i>Mode Adequacy Checking Choice Reaction Time</i>	41
4.1.2. <i>Mode Adequacy Checking Psychophysics</i>	43
4.2. Tukey's Post Hoc Analysis.....	45
4.2.1. Tukey's Post Hoc Analysis pada Penelitian <i>Choice reaction time</i>	45
4.2.2. Tukey's Post Hoc Analysis pada Penelitian Psycho.....	46
5. KESIMPULAN.....	49
5.1. Kesimpulan	49
5.2. Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Skala intensitas Kebisingan	16
Tabel 2.2 Baku Tingkat Kebisingan Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no. Kep-48/MENLH/11/1996	21
Tabel 2.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Gangguan Kualitas Suara	23
Tabel 3.1 Perhitungan Kesetaraan Pajanan Bising	40
Tabel 4.1 Uji One Factor-4 level Anova pada Penelitian <i>Choice reaction</i> <i>time</i> setelah outlier dieliminasi	43
Tabel 4.2 Uji One Factor-4 level Anova pada Penelitian Psycho.....	45



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah.....	4
Gambar 1.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	7
Gambar 2.1 Proses Belajar Mengajar	10
Gambar 2.2 Karakteristik Respon Relatif dari Skala Level Suara A, B dan C serta Ambang Batas dari Telinga Manusia.....	18
Gambar 2.3 Kurva Tingkat Kekerasan Suara dengan Nada Murni	19
Gambar 2.4 Variasi pengukuran pajanan suara	23
Gambar 2.5 Gambar Block-Diagram Sederhana Soundlevel-meter.....	25
Gambar 3.1 Tampilan Awal Percobaan <i>Choice reaction time</i> di Software Design Tools Versi 4.0	34
Gambar 3.2 Tampilan Stimuli Visual di Software Design Tools Versi 4.0	35
Gambar 3.3 Tampilan Keyboard dan Tombol Respons.....	36
Gambar 3.4 Tampilan Selesai Eksperimen di Software Design Tools Versi 4.0	36
Gambar 3.5 Tampilan Awal Percobaan Tes <i>Psychophysics</i> di Software Design Tools Versi 4.0	37
Gambar 3.6 Alur Penelitian	38
Gambar 3.7 <i>Sound Level Meter</i> dengan Mikrofonnya.....	39
Gambar 4.1. Residual Plot untuk Choice Reaction Time Awal.....	41
Gambar 4.2 Residual Plot Choice Reaction Time Setelah Eliminasi Outlier.....	42
Gambar 4.3 Residual Plot untuk Psycho Awal	43
Gambar 4.4 Residual Plot untuk Psycho Setelah Outlier Dieliminasi.....	44

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pendidikan adalah sebuah hal yang sudah sewajarnya diperoleh oleh semua manusia di seluruh penjuru dunia. Intisari dari pendidikan adalah pembelajaran dimana umumnya aktivitas yang dilakukan adalah penyaluran informasi dan ilmu pengetahuan dari pengajar ke pelajar. Kualitas penyaluran ini dipengaruhi oleh berbagai hal. Konsentrasi adalah salah satu faktor utama yang mempengaruhi pembelajaran. Semakin tinggi konsentrasi pengajar dan yang diajar, semakin efektif kegiatan pembelajaran tersebut. Konsentrasi dalam belajar dapat menurun jika ada gangguan. Gangguan yang paling sering terjadi adalah gangguan karena kebisingan.

Kebisingan bisa didefinisikan sebagai suara yang tidak diharapkan. Menurut World Health Organization (WHO), Kebisingan adalah suara apapun yang tidak diperlukan dan memiliki efek buruk pada kualitas kehidupan, kesehatan, dan kesejahteraan (Berglund & Lindvall 1995). Suara pesawat terbang, suara lalu lintas, dengungan konstan sistem ventilasi, dan suara-suara keras lainnya adalah contoh kebisingan yang dapat menurunkan tingkat konsentrasi belajar. Terlalu lama mendengar kebisingan yang berlebihan di kelas dapat menyebabkan gangguan pendengaran dan juga menurunkan performa belajar.

Ketika timbul sebuah kebisingan di dalam sebuah kelas, siswa akan bereaksi terhadap suara tersebut dan akan mencari sumber asal kebisingan tersebut. Hal ini akan mengurangi tingkat konsentrasi mereka dalam memperhatikan ajaran yang diberikan oleh guru. Agar siswa dapat mendengarkan ajaran dari guru mereka dengan optimal, suara yang dihasilkan oleh sang guru harus sepuluh (10) dB lebih tinggi daripada suara yang ditimbulkan oleh kebisingan tersebut.

Suatu hal yang wajar bagi siswa untuk merespon gangguan sekecil apapun daripada memfokuskan diri pada mendengarkan ajaran guru. Penelitian telah menunjukkan bahwa ruang kelas adalah sebuah lingkungan yang sangat bising. Kebisingan dalam kelas menciptakan sebuah lingkungan yang dapat mengurangi

kemampuan seorang siswa untuk mendengar dan memproses informasi. Kebisingan di dalam kelas dapat ditimbulkan secara eksternal seperti lalu lintas, pekerjaan konstruksi, kebisingan dari ruang kelas yang berdekatan; maupun internal seperti kebisingan dalam penggeseran fasilitas yang ada maupun perbincangan antara satu siswa dengan lainnya. (Quest Technologies Inc, 2000).

Menurut Geffner et al (1996), ketenangan menghasilkan sebuah lingkungan yang meningkatkan daya pembelajaran siswa. Bradley (nd) menyatakan bahwa kebisingan suatu kelas pasti mengganggu proses belajar. Hal ini akan menimbulkan kesulitan bagi siswa untuk mencerna informasi yang diperoleh. Beliau menyatakan bahwa belajar dalam lingkungan yang bising akan lebih sulit bagi siswa yang pada dasarnya sudah sulit untuk fokus dalam belajar. Beliau juga menyatakan bahwa tingkat kebisingan moderat pada suatu kelas juga dapat mengganggu pembelajaran dan meningkatkan ketegangan dalam nada bicara dari guru.

Bronzaft dan McCarthy (1975) menemukan bahwa kebisingan memberikan efek negatif bagi kemampuan siswa dalam membaca dimana nilai membaca seorang siswa pada ruang kelas yang tenang lebih tinggi daripada siswa yang membaca pada ruangan yang bising. Shield dan Dockrell (2003b) menemukan korelasi signifikan antara hasil tes matematika dan bahasa inggris dengan kebisingan internal suatu kelas. Studi mereka menunjukkan bahwa kebisingan internal dalam kelas memiliki efek yang kurang baik bagi performa akademis seorang anak.

Studi lain dari Shield dan Dockrell (2003a) membuktikan bahwa di london, kebisingan eksternal dapat memberikan dampak negatif pada standar penentuan skor dari ujian di sekolah dasar di london. Studi ini menunjukkan bahwa kebisingan eksternal mempengaruhi kecakapan berbicara di dalam kelas dan memiliki dampak yang besar dalam nilai ujian.

Bradley (nd), dari perkumpulan riset bahasa dan literasi kanada menyatakan bahwa siswa belum tentu mengerti apa yang dibicarakan oleh guru bila ruangan kelas bising. Green, Pasternack dan Shore (1982), mempelajari efek dari kebisingan pesawat pada kemampuan membaca siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa anak-anak yang belajar di ruang kelas yang bising akan

tertinggal kemampuan membacanya sebanyak kurang lebih 1(satu) tahun dibandingkan dengan siswa yang belajar di kelas yang tenang.

Geffner, Lucker dan Koch (1996) menemukan bahwa kebisingan dalam kelas adalah faktor pengganggu signifikan bagi anak-anak yang memiliki “gangguan daya tangkap”(ADD). Studi ini menunjukkan bahwa kebisingan harus dikontrol agar siswa dengan gangguan daya tangkap bisa belajar dengan nyaman. Geffner, Lucker dan Koch (1996) menyimpulkan bahwa anak-anak yang memiliki “gangguan daya tangkap”(ADD) bisa sangat sensitif terhadap suara yang anak-anak lainnya dapat tolerir. Mereka berhipotesis bahwa mekanisme pendengaran pusat anak-anak dengan ADD berbeda dengan anak-anak normal.

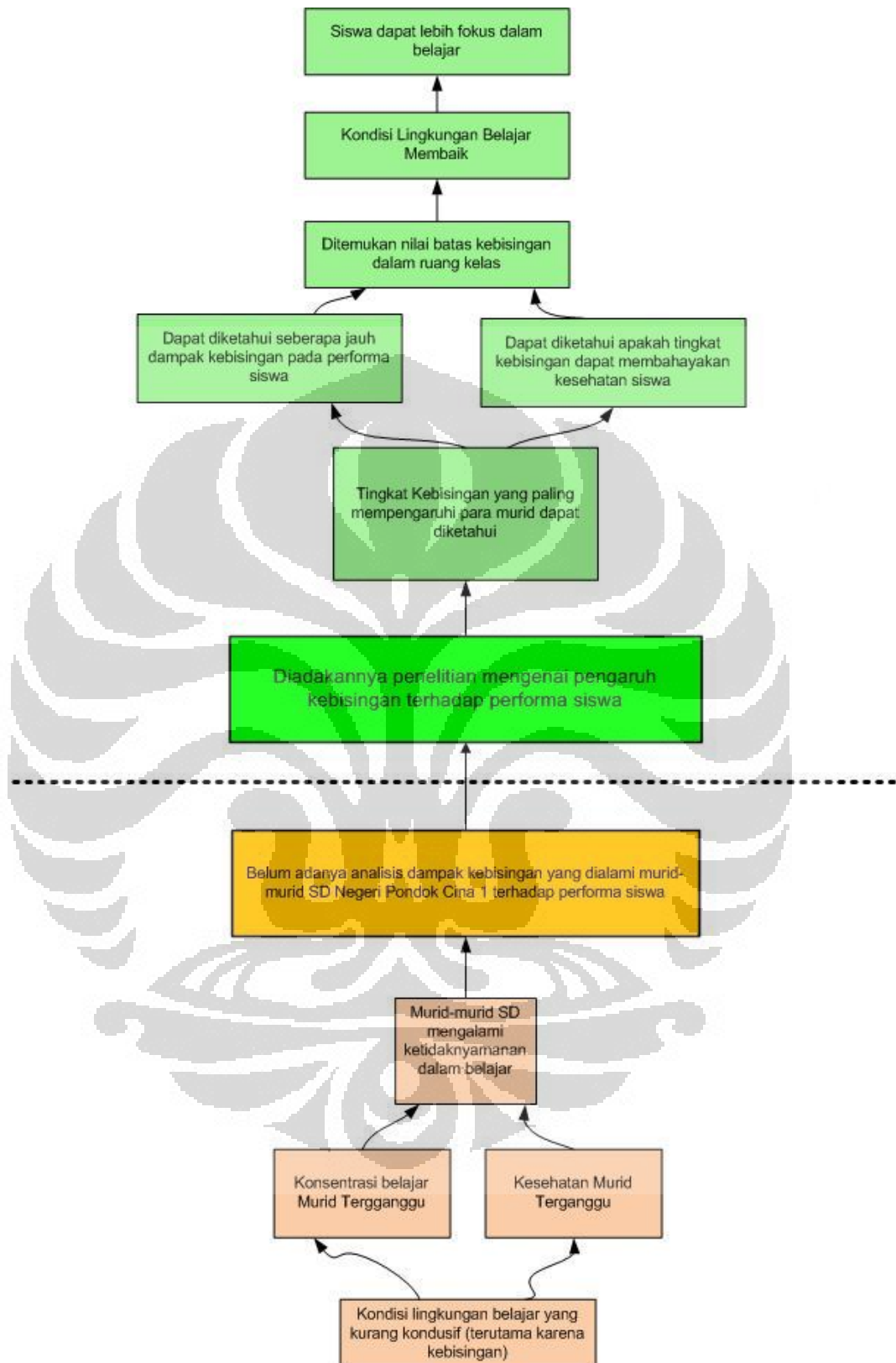
Shield dan Dockrell (2005) melakukan sebuah survey dengan guru dan siswa di London sebagai responden. Kuesioner yang digunakan berisi tentang kesadaran atau ketidaknyamanan pada guru dan siswa dengan kebisingan yang ada. Survey mereka menyatakan bahwa suara yang paling menjengkelkan adalah sepeda motor, sirene dan truk.

1.2. Diagram Keterkaitan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, dapat dibuat suatu diagram keterkaitan masalah seperti yang terlihat pada **Gambar 1.1**. Diagram keterkaitan masalah ini akan memberikan gambaran secara keseluruhan mengenai hubungan dan interaksi antara sub-sub masalah yang melandasi penelitian ini secara utuh dan detail mulai dari penyebab masalah hingga tujuan yang ingin dicapai.

1.3. Rumusan Permasalahan

Dari diagram keterkaitan masalah, diketahui bahwa rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah diperlukan pembuktian mengenai dampak kebisingan kepada performa siswa. Hal ini perlu dilakukan terkait menurunnya performa siswa dalam belajar yang disebabkan karena adanya kebisingan baik dari luar kelas maupun dalam kelas.



Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan berupa output yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui batasan kebisingan dalam ruang kelas yang bisa ditolerir oleh para murid. Diharapkan hasilnya dapat digunakan dalam menentukan tindakan preventif yang bagaimana yang dapat dijalankan untuk mengurangi gangguan performa belajar akibat kebisingan.

Dengan melihat tren dari *choice reaction time* dan *psychophysics* pada kenaikan tingkat kebisingan percobaan diharapkan didapatkan gambaran apa yang akan terjadi dengan kebisingan yang akan meningkat setiap tahunnya apabila tidak ditanggulangi.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Dalam penelitian ini diperlukan adanya ruang lingkup atau batasan masalah agar pelaksanaan serta hasil yang akan diperoleh sesuai dengan tujuan penelitian diatas. Adapun ruang lingkup pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan pada Sound Room Laboratorium Ergonomi Center, Departemen Teknik Industri Universitas Indonesia dengan pengkondisian faktor lingkungan yang akan mempengaruhi *choice reaction time* dan *psychophysics* dikontrol pada level yang sama pada semua eksperimen kecuali tingkat kebisingan yang sedang dipelajari dampaknya.
2. Tujuan penelitian tidak termasuk penemuan nilai rata-rata *choice reaction time* dan *psychophysics* pada level kebisingan tertentu karena desain eksperimen dengan segala keterbatasan hanya bisa melibatkan satu faktor yakni kebisingan yang ingin diketahui dampaknya, tidak faktor lingkungan lainnya.

1.6. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam skripsi ini secara sistematis adalah sebagai berikut:

1. Pendahuluan

Adapun topik dalam penelitian ini adalah Studi Laboratorium : Dampak Tingkat Kebisingan dalam ruang kelas

2. Penentuan landasan teori

Tahap selanjutnya adalah menentukan landasan teori yang berhubungan dengan topik sebagai dasar dalam pelaksanaan penelitian. Landasan teori ini kemudian akan dijadikan acuan dalam pelaksanaan penelitian ini. Adapun landasan teori yang terkait antara lain adalah:

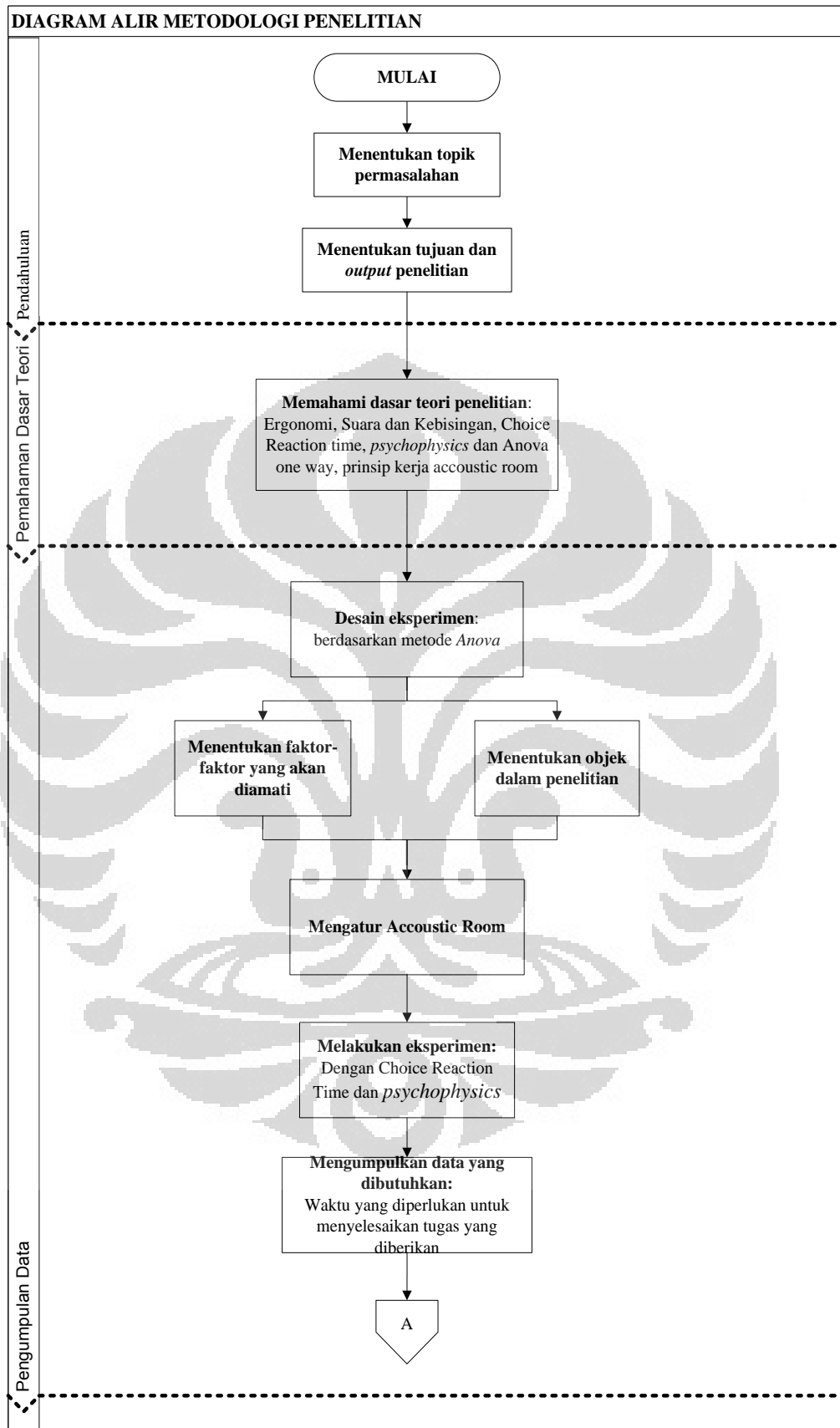
- a. Ergonomi
 - b. Suara dan Kebisingan
 - c. *Choice reaction time*
 - d. *Psychophysics*
 - e. Anova One way
3. Pengumpulan data

Tahap-tahap pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

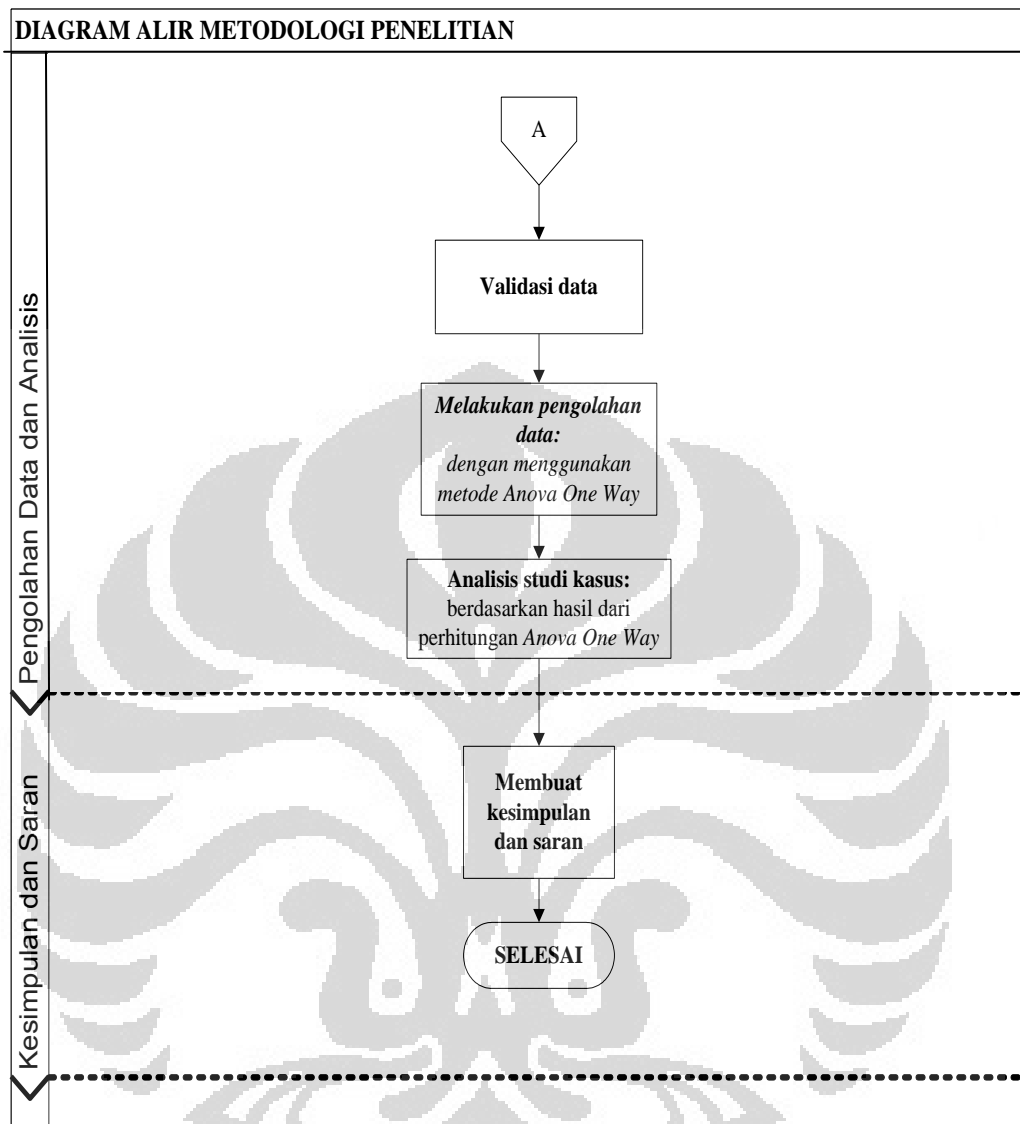
- a. Mengumpulkan data umum sebelum pengukuran (pekerjaan, umur, dsb).
 - b. Melakukan pengukuran tekanan darah, berat badan, tinggi badan, dan cek kesehatan telinga.
 - c. Melakukan pengukuran *choice reaction time* pada berbagai tingkat pajanan kebisingan, yakni 0 dB, 60 dB, 70 dB, 80 dB.
4. Pengolahan data dan Analisis

Tahap-tahap pengolahan data dan analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung nilai rata-rata pada karakteristik deskriptif responden antar kelompok pajanan.
- b. Menghitung konversi nilai pajanan kebisingan ekuivalen L_{Aeq} yang diterima subjek penelitian di laboratorium yakni yakni 0 dB, 60 dB, 70 dB, 80 dB. selama 5 menit menjadi tingkat kebisingan ekuivalen pada ruang kelas.
- c. Menghitung dan menganalisis perbedaan rata-rata *choice reaction time* dan *psychophysics* antar kelompok pajanan kebisingan serta tren hubungan antara peningkatan kebisingan terhadap *choice reaction time* dan *psychophysics*



Gambar 1.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian



Gambar 1.2. Diagram Alir Metodologi Penelitian (Lanjutan)

5. Kesimpulan dan saran

Pada tahapan terakhir ini akan dihasilkan kesimpulan mengenai dampak kebisingan pada kegiatan pembelajaran dalam kelas dan tren dari hubungan kenaikan tingkat kebisingan kepada *choice reaction time* dan *psychophysics* yang merepresentasikan konsentrasi siswa dalam mendengarkan ajaran guru.

1.7. Sistematika Penulisan

Penelitian ini dituangkan dalam penulisan sistematis dengan sistematika penulisan yang terbagi ke dalam lima bab, yaitu: Bab 1 Pendahuluan, Bab 2

Landasan Teori, Bab 3 Pengumpulan Data, Bab 4 Pengolahan Data dan Analisis, dan Bab 5 Kesimpulan dan Saran.

Bab 1 merupakan bab pendahuluan yang menjelaskan mengenai latar belakang dilakukannya penelitian, diagram keterkaitan masalah, rumusan permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab 2 merupakan landasan teori yang berhubungan dengan penelitian ini. Bagian ini berisi landasan teori yang membahas dasar-dasar ergonomi, suara dan kebisingan, dan desain eksperimen serta *choice reaction time* dan *psychophysics*.

Bab 3 mengenai pengumpulan data. Pada bab ini akan disajikan kumpulan data yang menunjang penelitian, diantaranya adalah data deskripsi responden berupa umur, berat badan, tinggi badan, jenis kelamin, dan sebagainya. Kemudian dilanjutkan dengan tahapan pengambilan data *choice reaction time* dan *psychophysics* pada berbagai tingkat kebisingan yang dihasilkan dari *noise room*.

Bab 4 adalah pengolahan data dan analisis mengenai hasil yang diperoleh. Pada bab ini akan dilakukan pengolahan data dan analisis terhadap *choice reaction time* dan *psychophysics* pada pajanan kebisingan ekuivalen yang diterima responden untuk mengetahui apakah ada perbedaan rata-rata yang signifikan antar kelompok perlakuan dan bagaimana tren dari kenaikan tingkat kebisingan terhadap *choice reaction time* dan *psychophysics*.

Bab 5 merupakan bab penutup yang berisi kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB 2 STUDI PUSTAKA

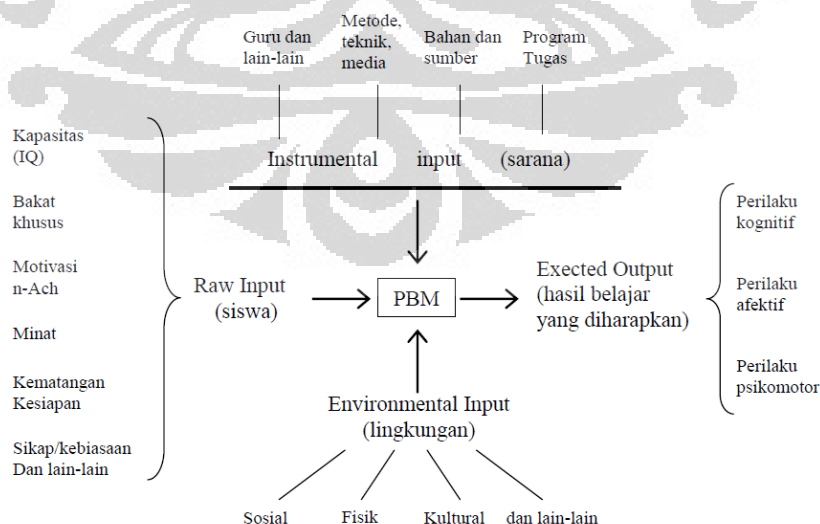
2.1. Lingkungan Sekolah

Proses pendidikan selalu berlangsung dalam suatu lingkungan yang mencakup lingkungan fisik, sosial, budaya, politis dan nilai-nilai. Lingkungan fisik terdiri atas lingkungan alam dan lingkungan buatan manusia, yang merupakan tempat dan sekaligus memberikan dukungan terkadang juga hambatan bagi berlangsungnya proses pendidikan.

Kawasan sekolah memerlukan lingkungan yang tenang dan jauh dari kebisingan. Tetapi pada kenyataannya untuk daerah perkotaan sulit untuk mendapatkan lokasi sekolah yang tenang.

2.1.1. Prinsip-prinsip Belajar Mengajar

Proses pembelajaran dibagi dalam dua fase yaitu persiapan dan proses belajar. Fase persiapan belajar merupakan fase sebelum belajar, landasan utama bagi pembentukan cara belajar yang baik. Sikap mental yang baik juga diperlukan dalam rangka persiapan belajar. Fase proses belajar sangat menentukan berhasil tidaknya sang siswa dalam berprestasi. Secara sistematis kita dapat gambarkan komponen-komponen yang terlihat dalam proses belajar mengajar (PBM) sebagai berikut:



Gambar 2.1 Proses Belajar Mengajar

2.1.2. Konsentrasi Belajar Siswa

Pengertian konsentrasi adalah kemampuan untuk memusatkan pikiran terhadap aktivitas yang sedang dilakukan (Kamus Besar Indonesia) sedangkan konsentrasi belajar adalah kemampuan untuk memusatkan pikiran terhadap aktivitas belajar (Ahmadi, Abu 2003). Konsentrasi juga atensi atau perhatian searah terhadap suatu hal dan biasanya berkaitan dengan konsentrasi terhadap apa yang saat ini dihadapi dan dijalani.

2.2. Ergonomi

Kata “ergonomi” dibentuk dari dua kata dalam bahasa Yunani, yaitu *ergon* yang berarti kerja dan *nomos* yang berarti hukum. Pada beberapa negara istilah ergonomi seringkali digantikan atau disandingkan dengan terminologi *human factors*. Ergonomi adalah suatu kajian terhadap interaksi antara manusia dengan mesin yang digunakannya, beserta faktor-faktor yang mempengaruhi interaksi tersebut (Bridger, 2003).

Menurut definisi formal yang dikeluarkan oleh International Ergonomic Assosiation (2002), ergonomi adalah suatu disiplin ilmu yang memiliki fokus pada pemahaman interaksi antara manusia dan elemen-elemen lain dalam sistem, dan profesi yang menerapkan teori, prinsip-prinsip, data dan metode perancangan, dengan tujuan untuk mengoptimalisasikan kehidupan manusia dan keseluruhan performa sistem.

Ergonomi adalah ilmu yang mempelajari hubungan antara manusia dengan elemen-elemen lain dalam suatu sistem dan pekerjaan yang mengaplikasikan teori, prinsip, data dan metode untuk merancang suatu sistem yang optimal, dilihat dari sisi manusia dan kinerjanya. Ergonomi memberikan sumbangan untuk rancangan dan evaluasi tugas, pekerjaan, produk, lingkungan dan sistem kerja, agar dapat digunakan secara harmonis sesuai dengan kebutuhan, kemampuan dan keterbatasan manusia (International Ergonomic Assosiation, 2002). Salah satu dari ruang lingkup ergonomi adalah ergonomi kognitif. Hal ini berkaitan dengan proses mental manusia, termasuk di dalamnya; persepsi, ingatan, dan reaksi, sebagai akibat dari interaksi manusia terhadap pemakaian elemen sistem. Topik-topik yang relevan dalam ergonomi kognitif antara lain; beban kerja, pengambilan

keputusan, *performance*, *human-computer interaction*, kehandalan manusia, dan stress kerja (Shneiderman & Plaisant, 2005).

Secara singkat ergonomi bertujuan untuk merancang berbagai peralatan, sistem teknis, dan pekerjaan untuk meningkatkan keselamatan, kesehatan, kenyamanan, dan performa manusia. Implementasi ilmu ergonomi dalam perancangan sistem seharusnya membuat suatu sistem bekerja lebih baik dengan mengeliminasi aspek-aspek yang tidak diinginkan, tidak terkontrol, dan tidak terukur, seperti:

- a. Ketidakefisienan,
- b. Kelelahan
- c. Insiden, cedera, dan kesalahan,
- d. Kesulitan dalam penggunaan, dan
- e. Moral yang rendah dan apatisme.

Dalam mendisain pekerjaan dan kondisi pada kehidupan sehari-hari ergonomi berfokus pada manusia. Kondisi kerja pada kehidupan sehari-hari yang tidak aman, tidak sehat, tidak nyaman, atau tidak efisien dihindari dengan memperhatikan kemampuan dan keterbatasan manusia baik secara fisik maupun psikologi. Faktor-faktor yang memegang peran dalam ergonomi yaitu,

- a. Postur tubuh & pergerakan: duduk, berdiri, mengangkat, mendorong, menarik
- b. Faktor lingkungan : kebisingan, getaran, iluminasi, iklim, zat kimia
- c. Organisasi kerja : tugas yang tepat, pekerjaan yang menyenangkan
- d. Informasi & operasi : informasi yang diperoleh secara visual atau melalui indra lainnya, kontrol, kaitan antara tampilan dan control

Faktor-faktor tersebut menentukan tingkatan yang besar dari keamanan, kesehatan, kenyamanan, dan performa yang efisien pada saat bekerja dan dalam kehidupan sehari-hari. Ergonomi menyatukan pengetahuan dari berbagai bidang ilmu pengetahuan dan teknologi, termasuk antropometri, biomekanika, psikologi, toksikologi, teknik mesin, perancangan industri, teknologi informasi, dan manajemen. Hal tersebut kemudian dipilah dan diintergrasikan kedalam suatu pengetahuan yang relevan (International Ergonomic Assosiation, 2002).

2.3. Suara

Secara fisik, tidak ada perbedaan antara suara dan kebisingan. Suara adalah persepsi sensori dan pola kompleks dari getaran suara dilabeli sebagai kebisingan, musik, percakapan dan sebagainya. Tekanan suara adalah pengukuran dasar dari vibrasi udara yang menghasilkan suara. Karena jangkauan dari tekanan suara yang dapat dideteksi pendengaran manusia sangat luas, tingkatan ini diukur dalam skala logaritma dengan unit desibel. Akibatnya, tekanan suara tidak dapat ditambah atau dirata-rata secara aritmetik. Selain itu, tingkatan suara dari kebanyakan kebisingan bervariasi setiap waktunya, dan ketika tekanan suara dihitung, fluktuasi tekanan yang mendadak harus diintegrasikan dalam suatu interval waktu (Berglund, Brigitta, Thomas Lindval and Dietrich H. Schwela, 1999).

Ada tiga aspek yang menentukan kualitas suatu bunyi yang bisa menentukan tingkat gangguan terhadap manusia, yaitu lama, intensitas dan frekwensinya. Makin lama telinga kita mendengarkan kebisingan, makin buruk akibatnya bagi kita, diantaranya pendengaran yang makin kurang. Intensitas biasanya diukur dengan satuan desibel (dB), yang menunjukkan besarnya arus energi persatuan luas. Frekwensi menunjukkan jumlah gelombang-gelombang suara yang sampai ke telinga kita setiap detik, dinyatakan dalam jumlah getaran perdetik atau Herz (Hz).

2.3.1. Definisi Suara dan Pengukuran Suara

Gelombang akustik dapat didefinisikan sebagai perubahan tekanan pada media yang elastis. Sedangkan suara adalah sensasi auditori yang dihasilkan oleh osilasi gelombang akustik tersebut. Pada udara, suara terdiri dari osilasi-osilasi terkait dengan tekanan atmosfer sekitar. Getaran pada permukaan dan pergerakan aliran zat cair dapat bertindak sebagai suara, kemudian menyebar melalui area frekuensi tinggi dan rendah secara beruntun. Amplitudo dari gelombang akustik dinyatakan dalam Newton per meter kubik atau dalam pascal ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$). Ambang batas pendengaran (Amplitudo terendah dari osilasi tekanan dalam udara yang terdeteksi oleh telinga) adalah 0.00002 N/m^2 pada frekuensi 1000 Hz

(Bridger, 2005). Dua atribut utama dari suara adalah frekuensi dan intensitas (atau amplitudo).

2.3.2. Frekuensi Gelombang Suara

Getaran- Getaran yang dihasilkan dari sumber penghasil getaran misalnya garpu tala, membentuk suatu getaran-getaran sinusoidal (*sine*). Salah satu sifat gelombang sinusoidal adalah bahwa gelombang diatas garis tengah merupakan pantulan dari gelombang di bawah garis tengah. Selain itu, bentuk gelombang-gelombang tersebut mengalami pengulangan terus menerus. Jumlah dari siklus gelombang yang terjadi dalam satu detik disebut sebagai frekuensi suara. Frekuensi suara dinyatakan dalam satuan Hertz (Hz), sama dengan jumlah siklus gelombang per detik. Biasanya suatu kebisingan terdiri dari campuran sejumlah gelombang-gelombang sederhana dari beraneka frekuensi. Nada dari kebisingan ditentukan oleh frekuensi-frekuensi yang ada.

Secara umum, telinga manusia peka terhadap antara 20 hingga 20.000 Hertz, meskipun pada level frekuensi yang berbeda kepekaan pada masing-masing manusia tidaklah sama. Bahkan pada individu yang berbeda, kadar kepekaannya juga berbeda pada berbagai tingkatan frekuensi (*Noise Control in Industry*).

2.3.3. Intensitas Suara

Intensitas suara diasosiasikan dengan sensasi berupa kekerasan suara yang dirasakan manusia. Intensitas suara dapat didefinisikan sebagai suatu energi atau tenaga per satuan luas, misalnya, Newton per meter persegi (N/m^2). Skala logaritma digunakan untuk mempermudah dalam membuat karakteristik intensitas suara karena jangkauan nilai kekuatan suara pada umumnya sangat besar. Satuan dasar yang digunakan dalam pengukuran intensitas suara adalah Bel (B), diambil dari nama Alexander Graham Bell. Jumlah Bel adalah logaritma (hingga basis 10) dari rasio antara 2 intensitas suara. Pada kenyataannya, ukuran intensitas suara yang lebih umum digunakan adalah decibel (dB), dimana $1 \text{ dB} = 0.1 \text{ B}$.

Peralatan-peralatan untuk pengukuran suara tidak banyak yang dapat secara langsung mengukur kekuatan suara dari sumbernya. Pengukuran yang dilakukan adalah dengan mengukur variasi gelombang yang terjadi pada tekanan

udara. Selanjutnya pengukuran dapat dilakukan pada level tekanan suara (*Sound Pressure Level- SPL*) dalam satuan dB karena luas kekuatan suara proporsional dengan luas tekanan suara. Hal ini dapat didefinisikan melalui persamaan berikut:

$$\text{SPL (dB)} = 10 \log \frac{P_1^2}{P_0^2} \quad (2-1)$$

Dengan, P_1 = tekanan suara dalam newton per meter kuadrat

P_0 = referensi tekanan suara (0.00002 N/m²)

Perhitungan ini dapat disederhanakan menjadi

$$\text{SPL (dB)} = 20 \log \frac{P_1}{P_0} \quad (2-2)$$

Skala decibel adalah skala logaritma, jadi peningkatan 10 dB menunjukkan peningkatan sepuluh kali lipat pada kekuatan suara dan peningkatan seratus kali lipat pada tekanan suara. Hal ini menunjukkan bahwa level tekanan suara akan meningkat sebesar 3dB dengan peningkatan dua kali lipat pada tenaga suara (*sound power*). Akibat lain dari penggunaan skala logaritma adalah perbandingan dari dua suara dihitung dengan mengurangi (bukan membagi) satu level decibel dengan level lainnya. Tabel 2.3. menunjukkan tangga intensitas dari kebisingan. Kebisingan dalam perusahaan dengan intensitas 60 dB berarti 10⁶ x Intensitas kebisingan standard.

2.4. Kebisingan

Kebisingan didefinisikan sebagai suara yang tidak diinginkan. Kebanyakan kebisingan lingkungan dapat dideskripsikan oleh beberapa pengukuran sederhana. Semua pengukuran menganggap kandungan frekuensi dari suara, tingkat tekanan suara secara keseluruhan dan variasi dari tingkatan-tingkatan ini terhadap waktu.

2.4.1. Kebisingan

Kebisingan didefinisikan sebagai suara yang tidak diinginkan. Kebanyakan kebisingan lingkungan dapat dideskripsikan oleh beberapa pengukuran sederhana. Semua pengukuran menganggap kandungan frekuensi dari suara, tingkat tekanan suara secara keseluruhan dan variasi dari tingkatan-tingkatan ini terhadap waktu.

Tabel 2.1 Skala intensitas Kebisingan

	Desibels	Batas Dengar Tertinggi
Menulikan	120	Halilintar
	110	Meriam
	100	Mesin Uap
Sangat Hiruk	90	Jalan Hiruk Pikuk
	80	Perusahaan Sangat Gaduh
	80	Pluit Polisi
Kuat	70	Kantor Gaduh
	70	Jalan Umum
	70	Radio
Sedang	60	Perusahaan
	60	Rumah Gaduh
	50	Kantor Umum
Tenang	40	Percakapan Kuat
	40	Radio Perlahan
	40	Rumah Tenang
Sangat Tenang	30	Kantor Perorangan
	30	Auditorium
	20	Percakapan
Sangat Tenang	20	Suara Daun-daun
	10	Berbisik
	0	Batas Dengar Terendah

Sumber: Teknik Tata Cara Kerja, 1979

2.4.2. Kebisingan

Kebisingan didefinisikan sebagai suara yang tidak diinginkan. Kebanyakan kebisingan lingkungan dapat dideskripsikan oleh beberapa pengukuran sederhana. Semua pengukuran menganggap kandungan frekuensi dari suara, tingkat tekanan suara secara keseluruhan dan variasi dari tingkatan-tingkatan ini terhadap waktu.

2.4.3. Definisi Kebisingan

Kebisingan (*noise*) telah menjadi aspek yang berpengaruh di lingkungan kerja dan komunitas kehidupan yang sering kita sebut sebagai polusi suara dan seringkali dapat menjadi bahaya bagi kesehatan. Kebisingan biasanya didefinisikan sebagai suara atau suara pada amplitudo tertentu yang dapat menyebabkan kejengkelan atau mengganggu komunikasi. Suara dapat diukur secara objektif sedangkan kebisingan merupakan fenomena yang subjektif (Bridger, 2005). Sedangkan menurut Burrow (1960) kebisingan merupakan suatu stimulus pendengaran yang tidak memiliki hubungan informasi apapun dengan keberadaan atau penyelesaian tugas (Sanders dan McCormick, 1993).

Jenis-jenis kebisingan yang sering ditemukan:

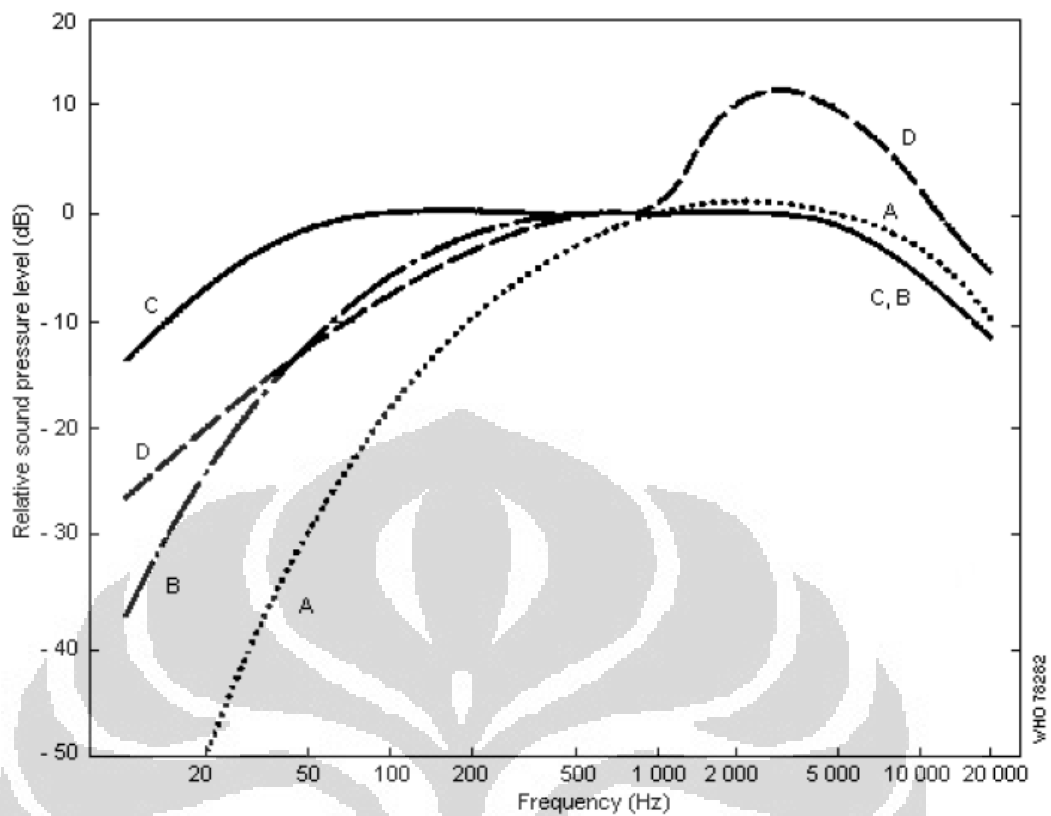
- a. Kebisingan yang kontinu dengan spectrum frekuensi yang luas (*steady, state, wide band noise*), misalnya mesin-mesin, kipas angin, dapur pijar, dan lain-lain.
- b. Kebisingan kontinu dengan spectrum frekuensi sempit (*steady state, narrow band noise*), misalnya gergaji serkuler, katup gas, dan lain-lain.
- c. Kebisingan terputus-putus (*intermittent*), misalnya lalu lintas, suara kapal terbang dilapangan udara.
- d. Kebisingan Impulsif (*impact or impulsive noise*), seperti pukulan tukul, tembakan bedil dan meriam.
- e. Kebisingan impulsive berulang, misalnya mesin tempa di perusahaan

2.4.4. Tingkat Kekerasan (*Loudness*) Suara

Telinga manusia memiliki tingkat sensitivitas yang berbeda-beda pada semua frekuensi suara. Secara umum, telinga manusia kurang sensitif terhadap frekuensi dengan level rendah (dibawah 1000 Hz) dan lebih sensitif pada level-level frekuensi yang lebih tinggi. Meskipun pada tingkat intensitas yang sama, nada dengan frekuensi rendah tidak akan terdengar sekeras nada dengan frekuensi tinggi. Sehingga untuk menghasilkan kekerasan suara yang sama, maka nada berfrekuensi rendah harus memiliki tingkat intensitas yang lebih tinggi.

2.4.5. Skala Ukuran Level Suara (*Sound Level Meter*)

American National Standards Institute (ANZI) membuat spesifikasi yang memuat beberapa skala untuk menghitung frekuensi dan karakteristik respon dari telinga manusia. Skala tersebut ditunjukkan oleh gambar 2.1 dibawah ini,



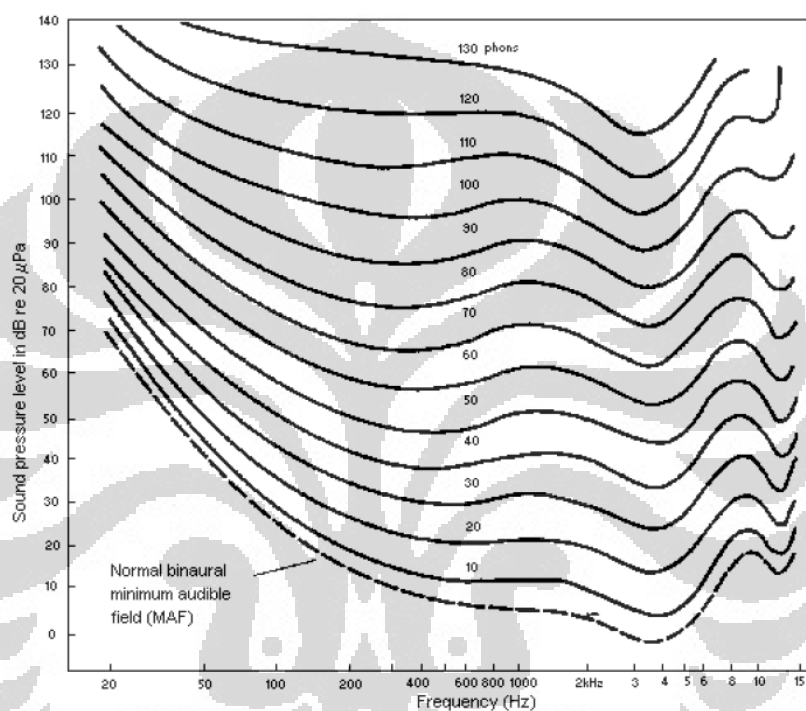
Gambar 2.2 Karakteristik Respon Relatif dari Skala Level Suara A, B dan C serta Ambang Batas dari Telinga Manusia

Sumber: IEC, 1973a, 1973b pada Environmental health criteria - noise. 1980, <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc012.htm>

Dari gambar diatas yang paling umum digunakan adalah skala A. Hal ini disebabkan karakteristik dari skala A adalah yang paling mendekati atau yang paling cocok dengan karakteristik pendengaran manusia. Hal ini kembali ditegaskan dalam standar yang dikeluarkan oleh OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*) untuk menghitung limitasi dari tingkat kebisingan di lingkungan kerja dan EPA (*Environmental Protection Agency*) pada tahun 1974 telah menetapkan skala A sebagai skala yang tepat untuk pengukuran kebisingan pada lingkungan. Skala C memberikan bobot yang hampir sama untuk seluruh frekuensi. Sedangkan skala B dibuat untuk merepresentasikan bagaimana manusia dapat memberikan reaksi terhadap suara dengan intensitas menengah, namun skala ini jarang digunakan. Selain ketiga skala tersebut, dikenal pula skala D yang khusus untuk kebisingan pada pesawat terbang.

2.4.6. Indeks Psikofisik

Kebisingan atau kekerasan bersifat subjektif atau merupakan pengalaman psikologis sehubungan dengan intensitas dan frekuensi suara. Para peneliti telah berusaha untuk mengembangkan skala atau indeks berdasarkan sifat fisik suara yang akan mengukur pengalaman psikologis tersebut. Itulah sebabnya hal ini disebut dengan psikofisik. Di antara indeks psikofisik yang telah dikenal secara luas, yang paling terkenal adalah *phon* dan *sones*.



Gambar 2.3 Kurva Tingkat Kekerasan Suara dengan Nada Murni

Sumber: Robinson & Dadson, 1956 pada Environmental health criteria - noise. 1980,
<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc012.htm>

Satuan *phon* dibuat dengan tujuan untuk mengukur kekerasan dan nilainya telah ditetapkan sama dengan level desibel dari nada 1000 Hz. Sebagai contoh, semua nada kekerasan suaranya sama dengan 60-dB, maka nada dengan 1000 Hz ditunjukkan untuk memiliki kekerasan suara dengan level 60 *phon*. *Phon* menunjukkan ekualitas dari berbagai variasi suara secara subjektif, tapi *phon* tidak dapat menunjukkan tentang kekerasan relatif pada suara-suara yang berbeda. Sehingga kita tidak dapat menghitung berapa kali lipat kerasnya suara 40 *phon* dibandingkan dengan 20 *phon*. Kita hanya tahu bahwa 40 *phon* lebih keras dibandingkan 20 *phon*, tapi kita dapat menyebutkan apakah 40 *phon* lebih keras

dua kali lipat atau empat kali lipat kerasnya suara 20 *phon*. Untuk mengukur penilaian komparatif seperti itu diperlukan standar pengukur yang lain. Adapun kurva tingkat kekerasan suara pada nada murni ditunjukkan oleh gambar 2.14

Fletcher dan Munson (1993) mengembangkan jenis skala lainnya. Stevens (1936) menyebutnya *stone*. Satu *stone* didefinisikan nada sekeras 1000 Hz dengan tingkat intensitas 40 dB (40 *phon*). Terdapat hubungan antara *phon* dan *stone*; 40 *phon* = 1 *stone*, dan setiap penambahan 10 *phon* sama dengan dua kali lipat dari jumlah *stone* (Sanders dan McCormick, 1993). Sebagai contohnya 50 *phon* = 2 *stone*, 60 *phon* = 4 *stone*, dan 70 *phon* = 8 *stone*. Demikian pula dengan 0 *phon* = 0.5 *stone* dan 20 *phon* = 0.25 *stone*. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa 40 *phon* suara sama dengan empat kali lipat kerasnya 20 *phon* suara.

Selain itu terdapat pula kumpulan indeks lainnya yang digunakan untuk mengukur tingkat kekerasan suara dan dikembangkan sebagai perbaikan dari *phon* dan *stone* yang asli. Stevens (1972) menyatakan bahwa dua pengukuran tersebut analog dengan *phon* dan *stone*, adalah PLdB atau *Perceived Level of Noise*, dan *Mark VII Stone* (Sanders dan McCormick, 1993).

2.4.7. Batas Pajanan Suara

Kebisingan dapat membawa efek yang kurang baik, terutama bagi pendengaran manusia, maka dibuatlah beberapa standar untuk membatasi tiap jenis kebisingan, yaitu kebisingan berkelanjutan (*continuous noise*) dan kebisingan putus-putus (*intermittent*), kebisingan impuls, kebisingan infrasonik dan kebisingan ultrasonik.

1. Kebisingan Berkelanjutan dan Putus-putus

Standar yang akan digunakan pada penelitian ini adalah berdasarkan nilai ambang batas kebisingan yang ditetapkan Pemerintah melalui Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no. Kep-48/MENLH/11/1996 menetapkan baku tingkat kebisingan yang diperbolehkan untuk suatu kawasan tertentu (tabel 2.8). Baku tingkat kebisingan ini diukur berdasarkan rata-rata pengukuran tingkat kebisingan ekuivalen (*Leq*). Baku tingkat kebisingan adalah batas maksimal tingkat kebisingan yang diperbolehkan dibuang ke

lingkungan dari usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan.

Tabel 2.2 Baku Tingkat Kebisingan Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no. Kep-48/MENLH/11/1996

Peruntukan Kawasan / Lingkungan Kesehatan	Tingkat Kebisingan dB(A)
a. Peruntukan Kawasan	
1. Perumahan dan pemukiman	55
2. Perdagangan dan jasa	70
3. Perkantoran dan perdagangan	65
4. Ruang terbuka hijau	50
5. Industri	70
6. Pemerintahan dan fasilitas umum	60
7. Rekreasi	70
8. Khusus	
• Bandar udara	-
• Stasiun kereta api	-
• Pelabuhan laut	70
• Cagar budaya	60
b. Lingkunga Kegiatan	
1. Rumah sakit atau sejenisnya	55
2. Sekolah atau sejenisnya	55
3. Tempat ibadah atau sejenisnya	55

Sumber: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, No. 48 tahun 1996, Tentang: Baku tingkat kebisingan

2. Kebisingan Impuls

Kebisingan impuls adalah suara dengan waktu menuju intensitas puncak tidak lebih dari 35 milidetik dan dengan durasi tidak lebih dari 500 milidetik ketika tingkat suaranya adalah 20 dBA dibawah puncak.

$$n = 10^{16-p/10} \quad (2-3)$$

Dengan :

n = Jumlah maksimum intensitas yang diperbolehkan dalam 8 jam

p = intensitas impuls maksimum

3. Kebisingan Infrasonik

Kebisingan infrasonik merupakan tingkat kebisingan suara yang memiliki frekuensi di bawah suara yang dapat terdapat, yaitu kurang dari 20 Hz. Sampai saat ini, tidak ada standar nasional ataupun internasional untuk batas pengeluaran yang masih diperbolehkan untuk suara ini tetapi biasanya sebagai perlindungan direkomendasikan pengeluaran antara 136 dB pada 1 Hz hingga 123 dB pada 20 Hz, jika meningkat 3 dB, maka durasi yang diperbolehkan harus dikurangi menjadi setengahnya.

4. Kebisingan Ultrasonik

Kebisingan ultrasonik merupakan tingkat kebisingan suara dengan frekuensi diatas suara yang dapat terdengar oleh manusia, yaitu lebih besar dari 20.000 Hz. Action (1983) meneliti topik dan berbagai standar yang ada mengenai pengeluaran ultrasonik, yang menyimpulkan bahwa kriterianya sama dan batas pengeluarannya sampai 110 dB untuk frekuensi pada dan diatas 20.000 Hz. Ini berarti pada 20.000 Hz digunakan 75 dB dan pada atau di atas 25.000 Hz, digunakan 110 dB (Sanders dan McCormick, 1993).

2.4.8. Pengukuran Pajanan Suara

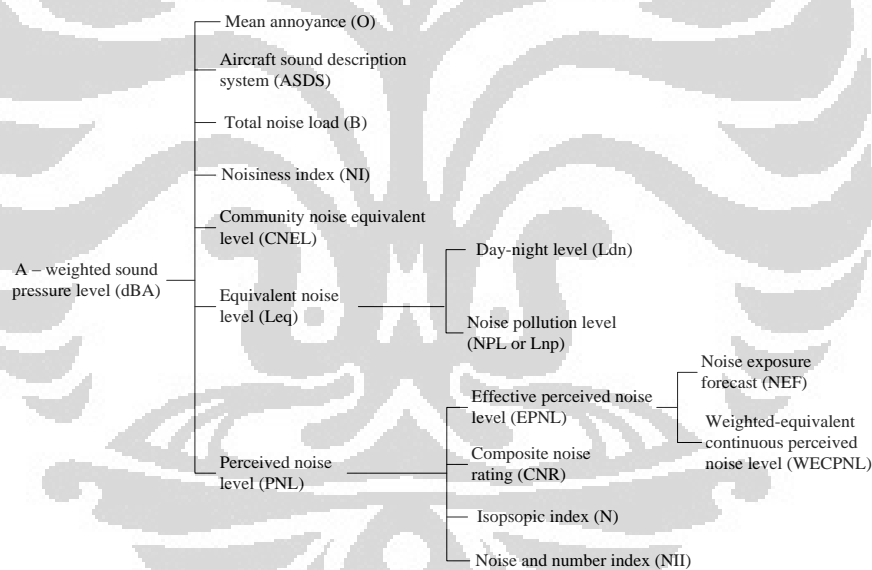
Hingga saat ini berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan pengukuran pajanan suara yang dapat merepresentasikan banyaknya faktor akustik penting dan beberapa faktor non-akustik yang mempengaruhi gangguan suara (tabel 2.3). Sperry (1978) telah mendata 13 pengukuran yang berbeda dimana pengukuran ini telah banyak digunakan di seluruh dunia untuk pengukuran pajanan kebisingan (Sanders dan McCormick, 1993).

Tabel 2.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Gangguan Kualitas Suara

Accoustic factors	Nonaccoustic factors
Sound level	Past experience with the noise
Frequency	Listener's activity
Duration	Predictability of noise occurrence
Spectral complexity	Necessity of the noise
Fluctuations in sound level	Listener's personality
Fluctuations in frequency	Attitudes toward the source of the noise
Risetime of the noise	Time of year
	Time of day
	Type of locale

Sumber: Sanders, Mark S. & McCormick, Ernest J. "Human Factors in Engineering and Design". McGraw-Hill, Inc. 1993

Gambar 2.4 menunjukkan berbagai macam jenis pengukuran tersebut dan hubungan yang terdapat didalamnya. Dari gambar tersebut terlihat bahwa semua jenis pengukuran dilakukan menggunakan *A-weighted sound level* (dBA).

**Gambar 2.4** Variasi pengukuran pajanan suara

Sumber: Sander, Mark S. & McCormick, Ernest J. "Human Factors in Engineering and Design". McGraw-Hill, Inc. 1993

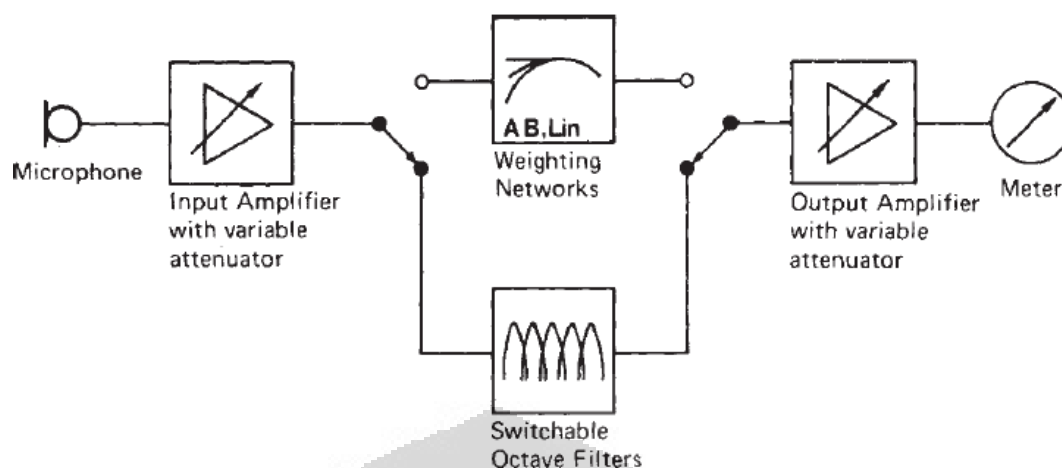
Equivalent sound level (L_{eq}), dan *perceived sound level* (PNL) telah membentuk percabangan sebagai variasi dari pengukuran lain. Berbagai pengukuran menyebabkan perbaikan dari beberapa faktor seperti waktu dalam sehari, musim dalam setahun, keanekaragaman suara, dan kumpulan suara yang melewati subyek.

Dampak dari kombinasi terjadinya kebisingan berkaitan dengan kombinasi dari energi suara dari kejadian-kejadian tersebut (prinsip persamaan energi). Jumlah total dari energi setelah suatu periode waktu akan sama dengan rata-rata energi suara itu. Oleh karena itu $L_{Aeq,T}$ adalah energi rata-rata dari level ekuivalen suara *A-weighted* pada suatu periode. $L_{Aeq,T}$ seharusnya digunakan untuk mengukur suara yang kontinu seperti lalu lintas atau kebisingan industri yang kurang-lebih kontinu. Bagaimanapun ada perbedaan dari kejadian bising, seperti pada pesawat ataupun kereta api, pengukuran individual seperti tingkat kebisingan maksimum (L_{Amax}), atau tingkat pajanan kebisingan yang dibobotkan (sound exposure level : SEL), harus didapatkan sebagai tambahan bagi $L_{Aeq,T}$.

Situasi lingkungan dengan waktu yang bervariasi juga harus digambarkan dalam istilah persentil. Saat ini, praktik yang direkomendasikan adalah untuk mengasumsikan bahwa prinsip persamaan energi adalah valid untuk semua jenis kebisingan dan bahwa pengukuran $L_{Aeq,T}$ yang sederhana dapat mengindikasikan dampak yang diharapkan dengan baik. Di saat kebisingan terdiri atas jumlah kejadian diskrit yang kecil maka, Pengukuran Level Maksimal *A-weighted* (L_{Amax}) adalah indikator yang lebih baik untuk gangguan tidur dan aktivitas lainnya. Pada kebanyakan kasus, bagaimanapun Tingkat Pajanan Kebisingan *A-weighted* (SEL) menyajikan pengukuran yang lebih konsisten pada satu jenis kejadian karena berdasarkan integrasi untuk melengkapi kejadian.

Day-Night level (L_{dn}) digunakan oleh *Environmental Protection Agency* untuk memberi peringkat pada pajanan suara. *Day-Night level* (L_{dn}) adalah (L_{eq}) dalam periode 24 jam dengan koreksi sebesar 10 dB ditambahkan dengan level suara yang muncul pada waktu malam (jam 10 malam sampai jam 7 pagi).

Alat utama dalam pengukuran kebisingan adalah “**Sound level Meter**”. Alat ini dilengkapi oleh sistem kalibrasi dan dapat mengukur kebisingan diantara 0 – 10 dB dan frekuensi dari 20 – 20.000 Hz. Cara kerjanya dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.5 Gambar Block-Diagram Sederhana Soundlevel-meter

Sumber: Sound Research Laboratories. "Noise Control in Industri 3rd Edition". Taylor & Francis e-Library, 2004.

Analisa frekuensi dari suatu kebisingan biasanya diperlukan, dan biasanya dilakukan dengan alat-alat "**Octave Band Analyzer**", yang memiliki sejumlah filter-filter menurut oktaf. Jika spektrumnya sangat curam dan berbeda banyak, dapat dipakai skala 1/3 oktaf. Untuk filter-filter oktaf disukai frekuensi tengah 31.5: 63: 125: 250: 500: 1000: 2000: 4000: 8000: 16.000 dan 31.500 Hz.

Untuk analisa lebih lanjut, dapat dipakai "Narrow Band Analyzers" (alat analisa spectrum sempit), baik latar spektrumnya tetap misalnya 2–200 Hz atau melebar dengan lebih banyaknya frekuensi. Yang terakhir ini lebih sering dipakai dilapangan, mengingat komponen kebisingan berbeda-beda sesuai dengan muatan mesin.

Kebisingan terputus-putus biasanya ditemukan pada "Tape". Suatu "Taperecorder" dengan kualitas tinggi diperlukan. Tapi dengan demikian harus mampu mencatat frekuensi dari 20–20.000 Kilo Hz. Suatu alat kalibrasi diperlukan. Alat itu harus mempunyai sifat perbandingan signal/kebisingan tinggi, dan kecepatan tetap.

Untuk kebisingan impulsive digunakan "Impact Noise Analyzer". Bagi survey pendahuluan masalah kebisingan kontinu biasanya diukur intensitas menyeluruh yang dinyatakan dengan dB(A), menggunakan jaringan A. Jaringan ini berarti sesuai dengan garis kepekaan 40, sehingga memberi huruf reaksi

kepada frekuensi rendah dan memungkinkan diukurnya intensitas yang berbahaya kepada pendengaran.

Kebanyakan alat-alat pengukur kebisingan, hanya mengukur intensitas pada suatu waktu dan suatu tempat dan tidak menunjukkan dosis kumulatif kepada seorang tenaga kerja meliputi waktu-waktu kerjanya.

Jika sudah melakukan pengukuran kebisingan, Leq atau Level Equivalent Kebisingan harus dihitung untuk melihat kebisingan harian yang dialami seseorang. Rumus Leq adalah sebagai berikut:

$$Leq = 10 \times \text{Log} \frac{1}{T} (t_1 \times 10^{\frac{L_{eq1}}{10}} + \dots + t_n \times 10^{\frac{L_{eqn}}{10}}) \quad (2-1)$$

2.5. Performa Kognitif

Dalam pemahaman tradisional, "kognisi" didefinisikan sebagai pemeliharaan dan penggunaan pengetahuan sebagai suatu operasi manusia dalam memproses suatu informasi. Namun, dalam konsepnya, kognitif dapat dipahami dengan arti yang luas, melebihi batas-batas otak individu. Sebagai contoh, dalam rekaya faktor manusia sudah pernah ditekankan betapa pentingnya kemampuan kognitif di dalam individu manusia. Fokus daripada kemampuan kognitif ini adalah pada transfer pengolahan informasi di dalam suatu sistem secara menyeluruh.

Pengukuran performa kognitif dipilih untuk menguji beberapa bidang termasuk mengukur kemampuan mengingat, kecepatan respon, dan atensi/konsentrasi. Penelitian terhadap kemampuan mengingat sudah dimodifikasi menjadi Verbal Learning Test yang dilakukan oleh Benedict, Schretlen, Groninger, dan Brandt pada tahun 1991. Terdapat empat pengukuran untuk menguji daya ingat yang dilakukan pada tes ini yaitu pengujian memori secara langsung, pengujian memori jangka pendek, memori jangka panjang dan penilaian bagi yang bisa menebak jawaban tersebut.

Pengukuran performa kognitif yang kedua adalah mengukur kecepatan respon. Penelitian ini sudah pernah dilakukan pada tahun 1985. Pengukuran kecepatan respon ini menghasilkan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu bagian atau suatu pekerjaan. Semakin tinggi waktu atau skor yang didapatkan maka performa semakin buruk.

Pengukuran performa kognitif yang ketiga biasanya dilakukan dengan Stroop Test yang dikembangkan pada tahun 1935. Stroop Test digunakan untuk mengukur konsentrasi seseorang dalam menjawab tes yang diberikan. Tes ini menggunakan perpaduan warna dan huruf yang harus dicocokkan satu sama lain. Hasil dari penelitian ini yakni berapa banyak soal yang bisa terjawab dari masing-masing bagian. Selain stroop test, masih ada beberapa tes lain yang dapat digunakan untuk mengukur performa kognitif.

2.6. Choice Reaction Time dan Psychophysics

Beberapa ahli psikologi menyamakan proses pembelajaran keterampilan gerak dengan mengandaikan bahwa manusia adalah sebuah pemroses informasi yang sama dengan komputer. Dalam pengandaian ini, individu mulai mengolah informasi ini ketika ia pertama kali menerimanya, hingga individu tersebut menghasilkan respons (output). Gambar di bawah menjelaskan proses ini dengan aliran sederhana. Beberapa ahli berpendapat bahwa input beraksi terhadap manusia; sedangkan yang lain berpendapat bahwa manusia lah yang secara aktif memilih input dari lingkungan. Jawaban terbaik tentunya merupakan kombinasi dari kedua pendekatan tersebut.

Dalam penelitian tentang pengolahan informasi, input biasanya diwakili oleh sebuah stimulus yang dihadirkan oleh peneliti kepada orang coba berupa nyalanya lampu atau terdengarnya suara. Dalam kondisi demikian, orang coba perlu merasakan hadirnya stimulus tersebut untuk memulai memproses atau memberikan respons. Oleh karena itu pelaksanaan yang baik dari suatu perilaku gerak yang sederhana maupun yang kompleks tergantung pada kemampuan individu untuk membedakan secara efektif tanda-tanda yang berarti di antara sekian banyak tanda yang ada.

Tujuan umum dari teori pengolahan informasi adalah upaya untuk mengerti hakikat proses pengolahan informasi dalam pengontrolan keterampilan gerak.

1. Tahap Pengenalan Rangsangan

Tahap pengenalan rangsang adalah suatu tahap penginderaan, yang menganalisis informasi dari berbagai sumber seperti pandangan (*vision*), pendengaran (*audition*), sentuhan (*touch*), kinestetis, penciuman, dsb. Pada tahap pertama ini,

apa yang ditampilkan adalah menentukan apakah suatu rangsang telah ada atau tidak. Komponen-komponen atau ukuran dari rangsangan-rangsangan tersebut dibentuk pada tahap ini, seperti ukuran dan warna, pola-pola gerak, arah, dan kecepatannya. Hasil dari tahapan ini kemudian disalurkan ke tahap kedua.

2. Tahap Pemilihan Respon

Kegiatan-kegiatan dari tahapan pemilihan respon dimulai ketika tahapan pertama memberikan informasi tentang hakikat dari rangsangan yang masuk. Tahap ini mempunyai tugas untuk menentukan gerakan apa yang harus dibuat, sesuai dengan rangsangan tadi. Di sini, pilihlah gerakan yang tersedia dibuat, seperti apakah mengumpankan bola ke kawan, atau menembakkannya sendiri. Jadi tahap ini adalah serupa dengan mekanisme penerjemahan antarmasukan indera dan luaran gerakan.

3. Tahap Pemrograman Respon

Tahap terakhir ini memulai pengolahannya setelah menerima keputusan tentang gerakan apa yang harus dibuat yang ditentukan pada tahap sebelumnya. Tahap ketiga ini mempunyai tugas untuk mengorganisir sistem gerak untuk gerakan yang diinginkan. Sebelum menghasilkan suatu gerakan, sistem itu harus menyiapkan mekanisme tingkat rendah dalam otak dan tulang-tulang belakang untuk bergerak, harus memanggil kembali dan mengorganisir program gerak yang akhirnya akan mengontrol gerakan, dan harus mengarahkan otot-otot untuk berkontraksi dalam rangkaian yang benar dan besarnya tenaga serta timing untuk menghasilkan gerakan secara efektif.

Hasil akhir dari aktivitas ketiga tahapan pengolahan informasi di atas dinamai output. Output sendiri dapat berupa pukulan terhadap bola softball, atau tangkapan tangan terhadap bola yang datang. Namun harus juga dicatat bahwa output yang dihasilkan seseorang tidak selalunya memenuhi harapan gerak yang diinginkan. Pukulan terhadap bola yang dilempar bisa kena bisa juga tidak. Demikian juga tangkapan terhadap bola yang datang, bisa tepat atau bisa juga tidak. Pengambilan keputusan sebenarnya adalah inti dari proses informasi, dimana manusia mengevaluasi alternatif dan memilih respon yang tepat. Proses ini termasuk long term process dan bukan merupakan short term process.

Pengambilan keputusan dipengaruhi oleh banyak factor, salah satu cara untuk mengkuantifikasi proses ini adalah dengan percobaan choice-reaction time, di mana seorang operator akan berusaha merespon beberapa stimuli. Cara pengukuran ini termasuk yang sederhana. Waktu respon biasanya akan meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah stimuli. Waktu respon yang dihasilkan akan membentuk nonlinear tetapi dengan Hick-Hyman Law maka nilai tersebut akan dirubah menjadi berbentuk linear. Menurut hukum Hick, penambahan waktu yang sangat besar dalam waktu bereaksi terjadi ketika dari satu stimulus berubah menjadi dua stimulus. Tetapi ketika jumlah stimulus bertambah terus, ternyata kenaikan pada penambahan waktu tidak sebesar sebelumnya dan ada kecenderungan menurun. Penundaan waktu reaksi dapat menjadi sangat kritis dalam menentukan keberhasilan dalam keterampilan yang sangat cepat, seperti bertahan dari serangan pukulan dalam tinju atau beladiri lainnya, mementahkan serangan dalam sepak bola atau hoki. Sebab penundaan pemrosesan informasi dapat berlangsung cukup lama, hal ini mengandung muatan strategi yang harus dimanfaatkan dalam peristiwa pertandingan, dengan memanfaatkan prinsip penambahan jumlah alternatif stimulus respons.

2.7. Perancangan Eksperimen

Eksperimen adalah suatu percobaan atau serangkaian percobaan pada sebuah proses atau sistem, dengan perubahan yang sengaja dilakukan pada variabel input, sehingga kita dapat mengamati dan mengidentifikasi penyebab perubahan pada output sistem tersebut.

Tujuan dari Perancangan Eksperimen adalah: merencanakan dan melakukan eksperimen, menganalisa data yang dihasilkan, dan menarik konklusi yang valid dan obyektif.

Beberapa keuntungan melakukan perancangan eksperimen antara lain adalah:

- Perancangan eksperimen dapat digunakan dalam mengidentifikasi kunci keputusan tidak hanya dalam pengendalian proses tetapi juga untuk peningkatan atau perbaikan proses.
- Pada pengembangan proses baru di mana data historis tidak tersedia, perancangan eksperimen digunakan pada fase pengembangan karena dapat

menunjukkan faktor-faktor yang penting yang akan memaksimalkan hasil dan mengurangi biaya secara keseluruhan.

- Perancangan eksperimen dapat membantu mengurangi lead time antara desain dan *manufacturing* dan menghasilkan desain yang *robust* (kokoh) terhadap faktor-faktor yang tidak terkontrol.

Salah satu yang termasuk dalam desain eksperimen adalah melakukan eksperimen dengan satu faktor, atau biasa disebut dengan ANOVA *one-way*. ANOVA merupakan suatu metode untuk menguraikan keragaman total data menjadi komponen-komponen yang mengukur berbagai sumber keragaman. Secara aplikatif, ANOVA digunakan untuk menguji rata-rata (*mean*) dari lebih dari dua sampel, apakah berbeda secara signifikan atau tidak.

Berikut merupakan jenis tipikal data untuk eksperimen dengan 1 faktor:

Tabel 2. 1 Bentuk Data ANOVA *one-way*

Treatment (level)	Observations				Totals	Averages
1	y_{11}	y_{12}	...	y_{1n}	$y_{1.}$	$\bar{y}_{1.}$
2	y_{21}	y_{22}	...	y_{2n}	$y_{2.}$	$\bar{y}_{2.}$
⋮	⋮	⋮	...	⋮	⋮	⋮
a	y_{a1}	y_{a2}	...	y_{an}	$\frac{y_{a.}}{n}$	$\bar{y}_{a.}$
					$y_{..}$	$\bar{y}_{..}$

Asumsi yang digunakan adalah subjek diambil secara acak dan digabung menjadi 1 kelompok n . Distribusi *mean* berdasarkan kelompok normal dengan keragaman yang sama. Ukuran sampel antara masing-masing kelompok sampel tidak harus sama, namun perbedaan ukuran kelompok sampel yang besar dapat mempengaruhi hasil pengujian perbandingan keragaman.

Statistik uji-F yang digunakan dalam ANOVA *one-way* dihitung dengan rumus (k-1). Uji F dilakukan dengan membandingkan nilai F yang dihitung (hasil output) dengan nilai F dari tabel. Sedangkan derajat bebas yang digunakan dihitung dengan rumus (n-k), dimana k adalah jumlah kelompok sampel, dan n adalah jumlah sampel. *P-value* rendah untuk uji ini mengindikasikan penolakan

terhadap H_0 , dengan kata lain terdapat bukti bahwa setidaknya satu pasangan *mean* tidak sama.

2.7.1. *Post Hoc* Test

Dalam pengujian ANOVA, dapat ditarik kesimpulan apakah menerima atau menolak hipotesis. Jika hipotesis ditolak, artinya dari variabel-variabel yang diuji, terdapat perbedaan mean yang signifikan. Misalnya, jika menguji perbedaan 4 metode mengajar terhadap prestasi siswa, bisa disimpulkan bahwa ada perbedaan dari keempat metode tersebut. Akan tetapi, tidak diketahui metode manakah yang berbeda dari keempatnya. Untuk menjawab pertanyaan metode manakah yang berbeda, maka statistik memiliki teknik *post hoc* test untuk mengetahui variabel manakah yang memiliki perbedaan yang signifikan. Ada banyak metode yang ada dan metode *Post Hoc* yang dapat dipakai tergantung dengan asumsi kesamaan variansnya (Cardinal, 2004). Pada penelitian ini, metode yang dipakai adalah Tukey's Test.

Uji Tukey biasa juga disebut uji beda nyata jujur (BNJ) atau *honestly significance difference* (HSD), diperkenalkan oleh Tukey (1953). Prosedur pengujiannya yaitu mempunyai satu pembandingan dan digunakan sebagai alternatif pengganti. Uji Tukey digunakan untuk membandingkan seluruh rata-rata perlakuan.

Uji Tukey dipakai karena termasuk metode yang simpel dan mudah untuk dimengerti. Selain itu, pengujian dengan uji tukey juga biasa digunakan jika analisis data dalam penelitian dilakukan dengan cara membandingkan data dua atau lebih kelompok sampel yang jumlahnya sama. Penelitian ini ingin melihat tingkat level kebisingan manakah yang memberikan pengaruh signifikan pada *menas choice reaction time* dan *psychophysics*. Maka dari itu, uji Tukey akan digunakan untuk *post hoc* test penelitian ini.

BAB 3

PENGUMPULAN DATA

3.1. Desain Penelitian

Penelitian akan menggunakan desain analitik eksperimental yang terdiri atas 4 kelompok yaitu eksperimen dengan pajanan kebisingan dari 0 dB, 60 dB, 70 dB, dan 80 dB. Dengan penggunaan satu faktor yang dikonsiderasi yakni pajanan kebisingan saja dan empat level maka tipe dari penelitian ini adalah *one factor anova-k level*.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini bertempat di Laboratorium Ergonomi yaitu di dalam *noise room* pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok. Eksperimen dilakukan pada tanggal 5 April 2012 - 25 April 2012, namun karena terdapat kesalahan dalam pengambilan data, maka waktu pengambilan data selesai pada tanggal 3 Mei 2012.

3.3. Kriteria Responden

Responden penelitian adalah siswa kelas 4 SD Pondok Cina 1 yang berumur 9 dan 10 tahun serta memenuhi syarat untuk melakukan penelitian. Berikut kriteria yang harus dipenuhi responden dalam penelitian ini.

1. Bersedia mengikuti tahapan penelitian dari awal hingga akhir
2. Telah diberi persetujuan oleh orang tua persetujuan secara lisan dan tertulis
3. Berusia 9-10 tahun
4. Responden tidak mengalami gangguan pendengaran.

3.4. Pengambilan Data

3.4.1. Tahap I

Cara mendapatkan sampel mulanya dengan melakukan sosialisasi ke SDN Pondok Cina 1 di daerah Margonda. Setelah melakukan sosialisasi ke Kepala

Sekolah, maka mengajukan surat permohonan izin kepada 30 Orang tua murid kelas 4 SDN Pondok Cina 1 yang terpilih secara acak untuk menjadi responden penelitian ini. Setelah itu calon responden mendapatkan penjelasan awal tentang apa yang akan mereka lakukan pada waktu penelitian berlangsung.

3.4.2. Tahap 2

Responden dibagi menjadi 2 kelompok berdasarkan dimana masing-masing kelompok akan melakukan 2 jenis tes pada 4 pajanan kebisingan yang berbeda. Penentuan kelompok dan waktu penelitian dilakukan secara *random* (acak). Dalam satu hari, dilakukan eksperimen pada dua kelompok secara bergantian. Eksperimen dilakukan dalam dua cara yaitu pra-eksperimen dan *post-test*.

3.4.3. Pra-eksperimen

Pada tahap pra-eksperimen, responden dijelaskan bagaimana prosedur pengambilan data pada saat *post-test*. Dalam tahap pra-eksperimen responden dijelaskan untuk menjawab soal tes kognitif yang bernama *psychophysics* dan *choice reaction time*.

3.4.4. Pemberian Pajanan Kebisingan

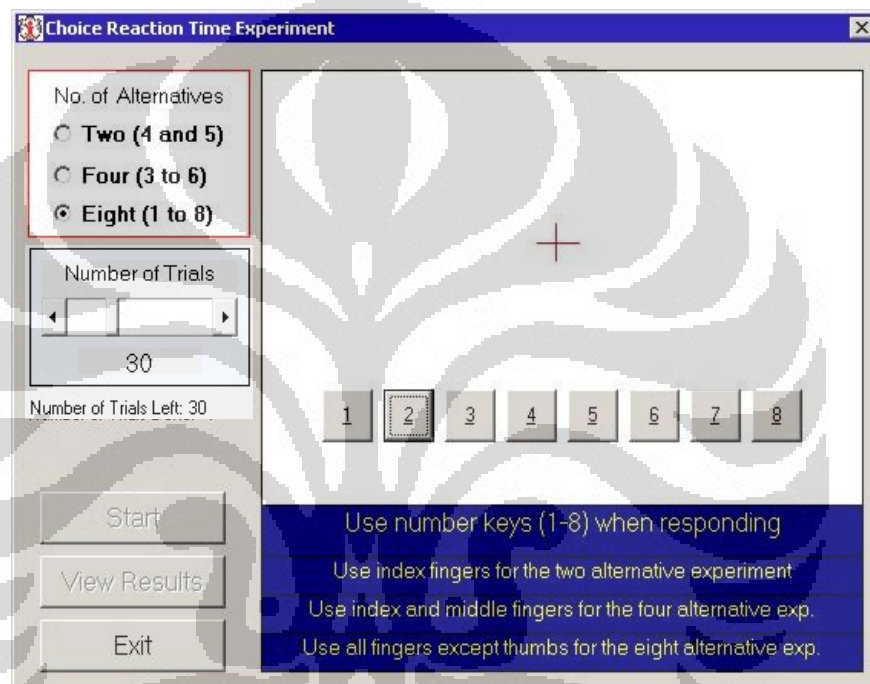
Responden terbagi dua sub kelompok, masing-masing terdiri atas 5 orang, masuk ke dalam noise room untuk menerima pajanan bising yang telah ditentukan sebelumnya selama 5 menit. Responden diperkenankan untuk melakukan berbagai aktivitas santai seperti membaca, menelfon dan bermain game kecuali makan.

Setelah 5 menit, responden berotasi tempat untuk menyamakan jarak antara responden dan sumber suara sehingga faktor jarak dapat diasumsikan sama. Pada saat yang sama juga responden melakukan uji kognitif menggunakan laptop yang telah disediakan. Uji kognitif yang dilakukan pertama adalah *Choice reaction time*. Setelah uji kognitif *Choice reaction time* responden digilir dengan kelompok selanjutnya, setelah kedua kelompok selesai, barulah kelompok pertama kembali masuk untuk melakukan uji kognitif *psychophysics*, yang setelah itu digilir dengan kelompok kedua. Perlakuan ini bertujuan agar responden tidak terbiasa dengan uji kognitif serta tingkat kebisingannya.

Cara pengambilan data hasil *choice reaction time* dan *psychophysics* menggunakan software ‘Design Tools’ versi 4.00 dari Method, Standard and Work Design 11th Edition karangan Benjamin Niebel dan Andris Freivalds - Mc Graw Hill.

Berikut ini adalah tahapan-tahapan yang akan dilewati responden dalam pengukuran *choice reaction time* :

a. Mulai

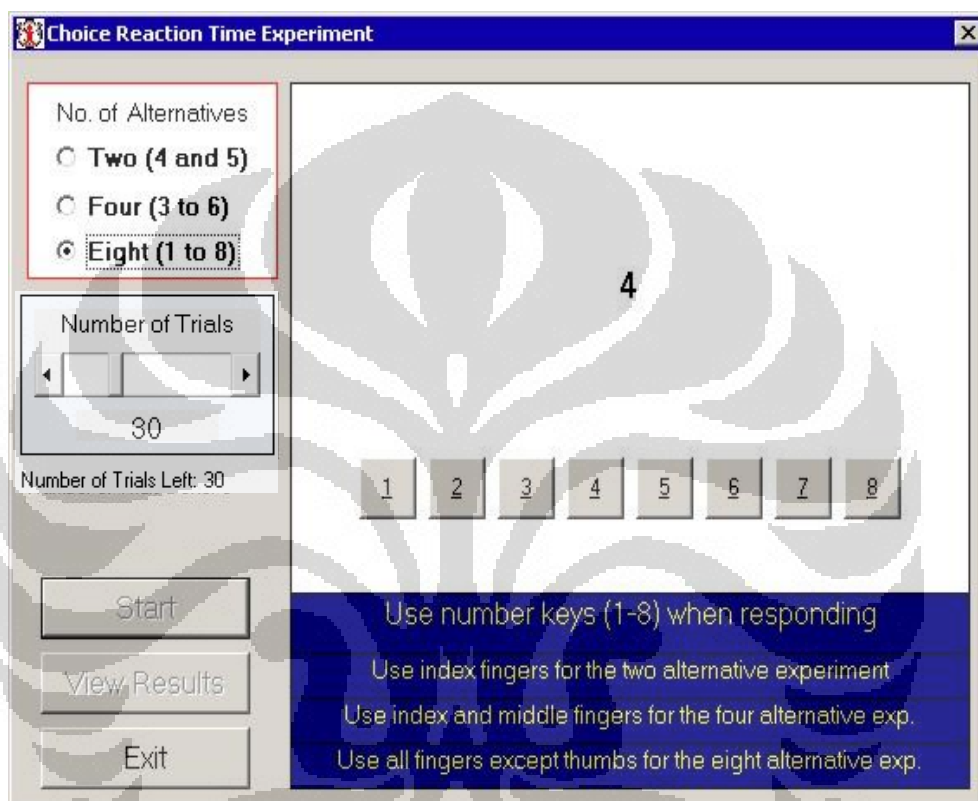


Gambar 3.1 Tampilan Awal Percobaan *Choice reaction time* di Software Design Tools Versi 4.0

Responden perlu mengaktifkan tombol start pada layar dengan menekan tombol mulai yang disediakan di keyboard. Sebelum mulai, sasaran tempat sinyal perintah muncul masih berupa tanda “+”. Sebelum berubah menjadi angka, responden tidak boleh menekan apapun. Apabila terjadi kesalahan maka akan langsung *error* dan percobaan *choice reaction time* dinyatakan gagal.

b. Tampilan Sinyal

Sinyal visual, berupa perintah nomor yang harus ditekan oleh responden akan muncul menggantikan tanda “+” di mana responden harus menekan pilihan berdasarkan sinyal yang ada secepat mungkin. Setelah dilakukan maka akan berlanjut pada percobaan berikutnya sampai tiga puluh percobaan berhasil dilakukan.



Gambar 3.2 Tampilan Stimuli Visual di Software Design Tools Versi 4.0

c. Respon Sinyal

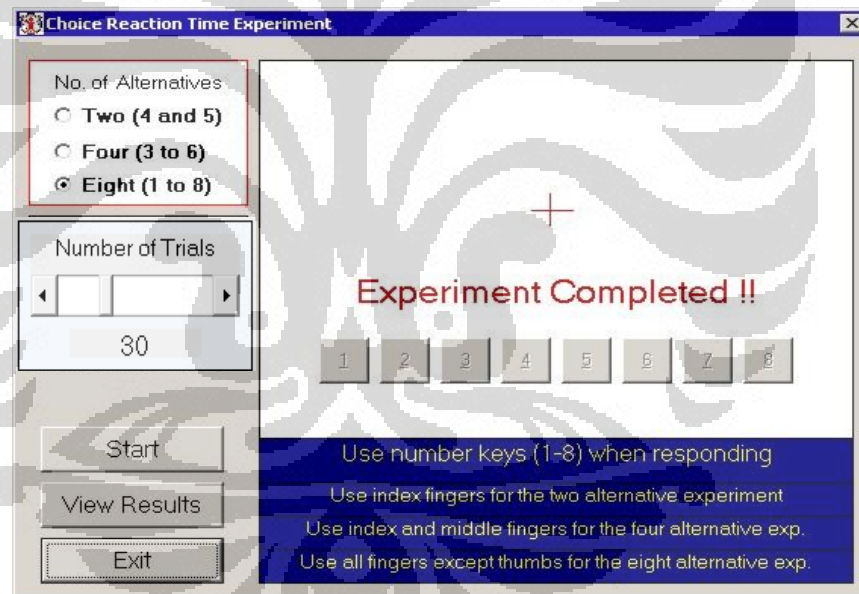
Responden merespons sinyal yang diberikan dengan menekan *keyboard* laptop yang telah disediakan. Untuk mencegah deviasi percobaan karena masalah kemampuan dan kefasihan dengan laptop maka semua responden diwajibkan hanya menggunakan satu jari pada tombol yang telah dilabeli dengan stiker warna kuning dan bertulisan hitam yang mempunyai kontras baik bagi penglihatan.



Gambar 3.3 Tampilan Keyboard dan Tombol Respons

d. Selesai

Setelah semua percobaan selesai dilakukan maka akan muncul tulisan ‘Eksperimen Completed!!’ yang menyatakan bahwa responden telah merespons sinyal yang diberikan dari delapan pilihan yang mungkin sebanyak tiga puluh kali. Nilai rata-rata dari percobaan ini akan menjadi output dari eksperimen.



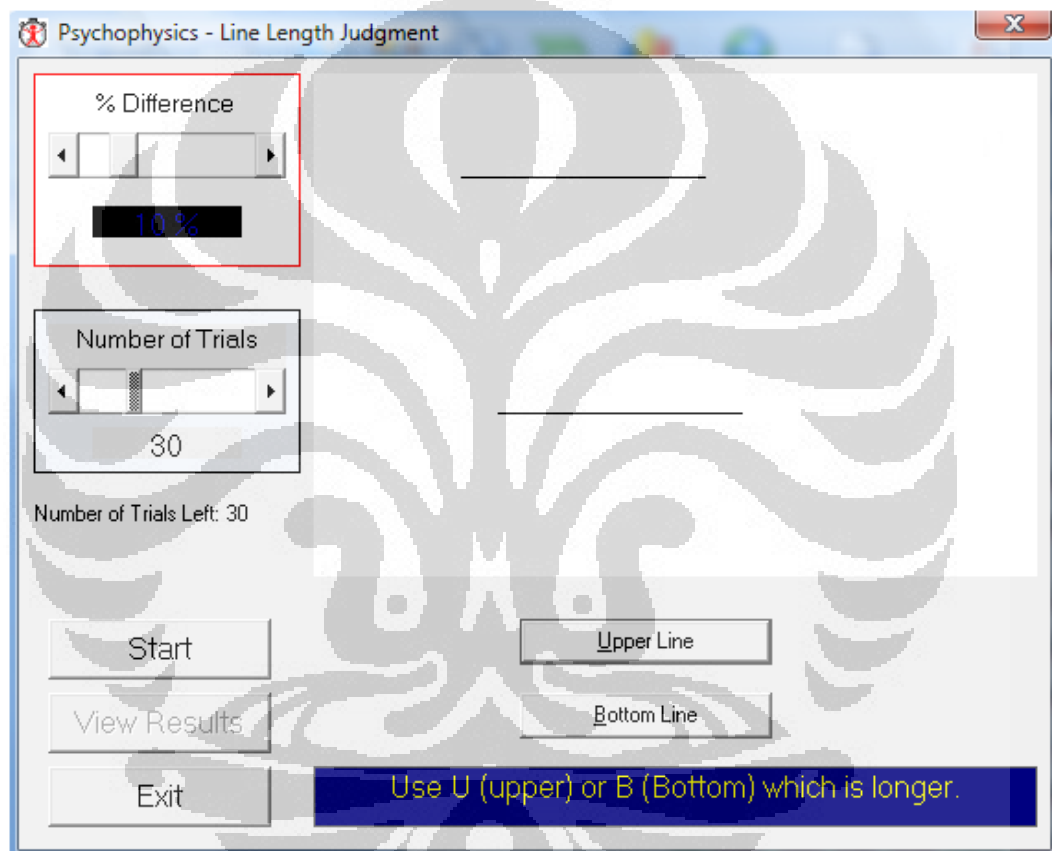
Gambar 3.4 Tampilan Selesai Eksperimen di Software Design Tools Versi 4.0

Berikut ini adalah tahapan-tahapan yang akan dilewati responden dalam pengukuran *psychophysics* :

Gambar 3.5 merupakan contoh tes kognitif yang digunakan dalam penelitian ini. Di bagian kiri atas terdapat kolom *% difference* yang menunjukkan persen perbedaan antara garis satu dengan garis yang lain. Kolom *trial*

menunjukkan berapa banyak soal yang diberikan untuk para responden. % *difference* yang digunakan adalah 20%.

Untuk pengambilan data dalam penelitian ini, sama seperti *choice reaction time* responden menggunakan *software* tersebut secara langsung untuk menjawab pertanyaan, ketika responden merasa garis di atas yang lebih panjang, responden diminta untuk menekan huruf “U” dan ketika responden merasa garis di bawah yang lebih panjang, responden diminta untuk menekan “B”

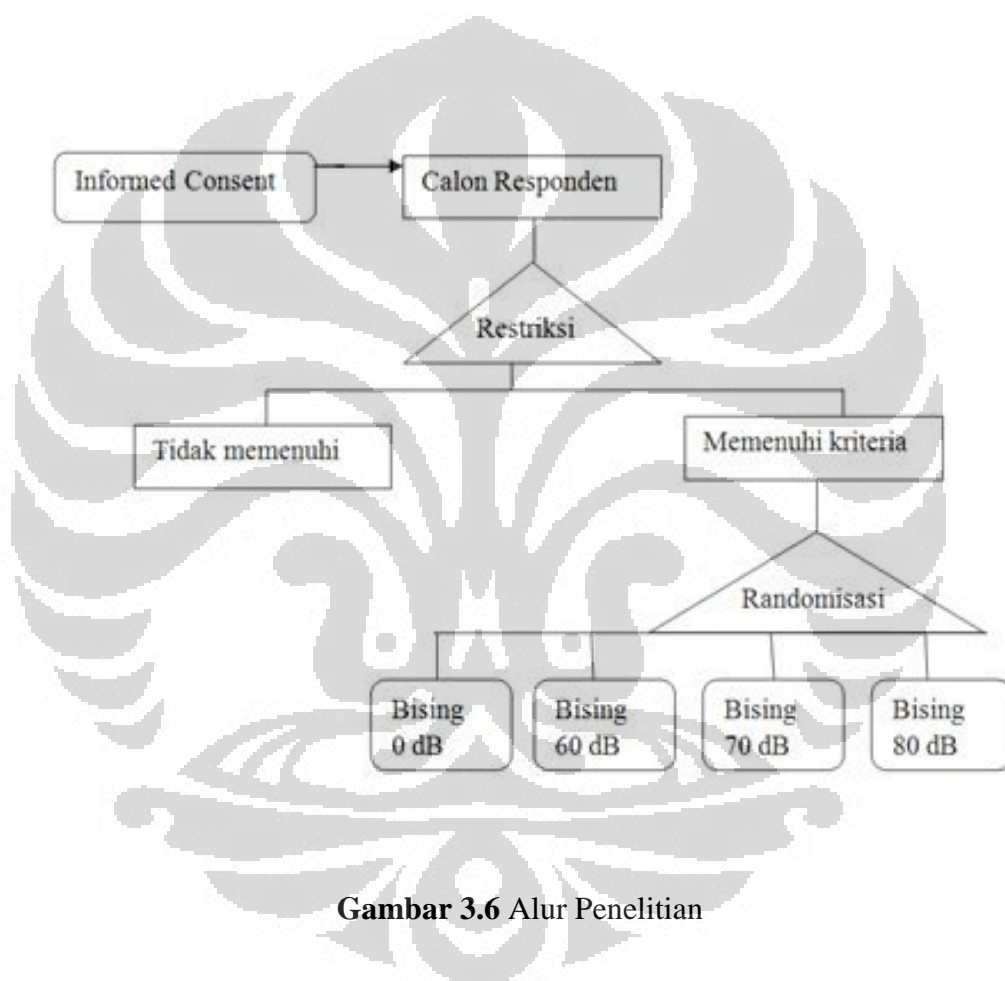


Gambar 3.5 Tampilan Awal Percobaan Tes *Psychophysics* di Software Design Tools Versi 4.0

Responden akan menjawab tiga puluh soal yang diberikan dengan waktu yang tidak terbatas. Responden tidak diberitahukan sebelumnya bahwa mereka akan diukur kecepatan respon dan nilai dari tes kognitif ini akan digunakan untuk mengukur konsentrasi responden.

3.5. Sumber Data

1. Semua data berasal dari data primer, yaitu :
Data identitas yang meliputi usia, pendidikan, , pekerjaan yang diperoleh dari kuesioner.
2. Data kesehatan yang meliputi anamnesis dan pemeriksaan fisik.
3. Untuk mendapatkan data berdasarkan pemeriksaan fisik dan riwayat kesehatan responden.



Gambar 3.6 Alur Penelitian

3.6. Jenis Variabel

3.6.1. Variabel Bebas

Adalah perlakuan yang diberikan yaitu intensitas bising pada masing-masing kelompok sebesar 0 dBA, 60 dBA dan 70 dBA serta 80 dBA

3.6.2. Variabel Terikat

Variabel ini meliputi rata-rata hasil 0 kali pengambilan data *eight-choice reaction time* per responden dalam satuan detik.

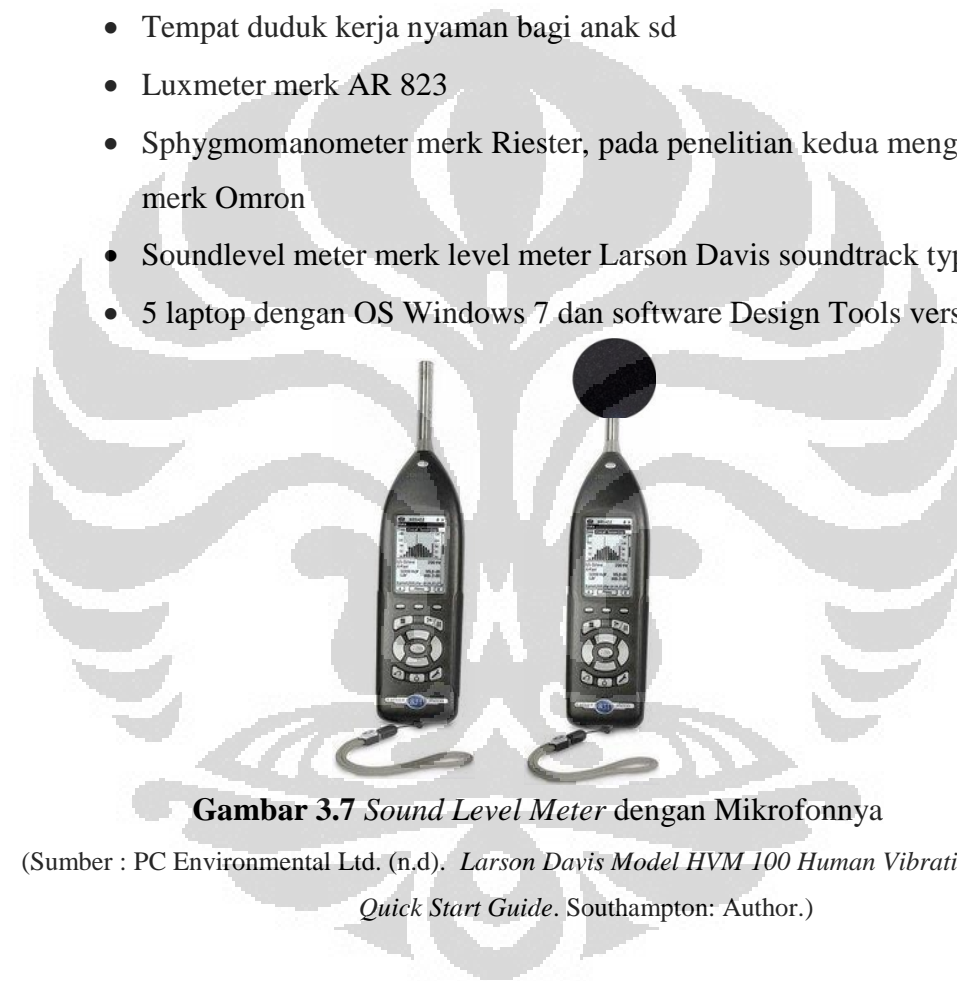
3.7. Instrumen dan Alat-Alat penelitian

3.7.1. Instrumen penelitian yang digunakan

- Kuesioner mengenai data karakteristik individual responden
- Formulir isian biodata, informed consent dan pemeriksaan fisik

3.7.2. Alat-alat yang digunakan selama penelitian

- Timbangan berat badan dan Pengukur tinggi badan
- Laboratorium noise room
- Tempat duduk kerja nyaman bagi anak sd
- Luxmeter merk AR 823
- Sphygmomanometer merk Riester, pada penelitian kedua menggunakan merk Omron
- Soundlevel meter merk level meter Larson Davis soundtrack type LxT2
- 5 laptop dengan OS Windows 7 dan software Design Tools versi 4.0



Gambar 3.7 Sound Level Meter dengan Mikrofonnya

(Sumber : PC Environmental Ltd. (n.d). *Larson Davis Model HVM-100 Human Vibration Meter Quick Start Guide*. Southampton: Author.)

3.8. Penyajian Data

Penyajian data berupa tekstular, tabel dan grafik dan data yang akan disajikan adalah

- Data deskriptif responden
- Data analisis peningkatan waktu reaksi terhadap pajanan kebisingan selama 5 menit.

3.9. Karakteristik Perlakuan Bising

Supaya pajanan kebisingan dari laboratorium dapat diterapkan pada kondisi kebisingan pada saat para siswa belajar di kelas, maka intensitas bising ekuivalen pajanan dihitung berdasarkan daily personal noise exposure ($L_{Aeq, 4 \text{ jam}}$) sesuai dengan jam sekolah para siswa yang dihitung dengan rumus pada persamaan (2.1):

$$Leq = 10 \times \text{Log} \frac{1}{T} (t_1 \times 10^{\frac{L_{eq1}}{10}} + \dots + t_n \times 10^{\frac{L_{eqn}}{10}})$$

Jadi, apabila jumlah jam untuk para siswa ini dimasukkan ke dalam rumus, maka rumus pajanan ekuivalen masing-masing tingkatan pajanan intensitas kebisingan laboratorium selama 5 menit menjadi :

$$Leq = 10 \times \text{Log} \frac{1}{4} (0.083 \times 10^{\frac{\text{soundlevel}}{10}})$$

Dari perhitungan intensitas bising 80 DBA selama 5 menit setara dengan intensitas bising 63 dBA selama 4 jam ($L_{Aeq, 4 \text{ jam}}$ 63 dBA). Intensitas bising 70 DBA selama 5 menit setara dengan intensitas bising 53 dBA selama 4 jam ($L_{Aeq, 4 \text{ jam}}$ 53 dBA). Intensitas bising 60 DBA selama 5 menit setara dengan intensitas bising 43 dBA selama 4 jam ($L_{Aeq, 4 \text{ jam}}$ 43 dBA). Penulisan dalam tabel perhitungan kesetaraan pajanan bising 5 menit dengan 4 jam pajanan kebisingan adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Perhitungan Kesetaraan Pajanan Bising

Kelompok Pajanan	$L_{Aeq, 5 \text{ min}}$ (laboratory)	$L_{Aeq, 4h}$
0	0	0
60	60	43
70	70	53
80	80	63

*semua di dalam satuan desibel dengan *A-weighting*

BAB 4 PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS

Selanjutnya dilakukan pengolahan data utama, yaitu *means choice reaction time* dan *means psycho* pada berbagai level pajanan kebisingan. Sebelum mengolah data, ada tes yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa metode One-Way Anova dapat dipakai yaitu uji normalitas.

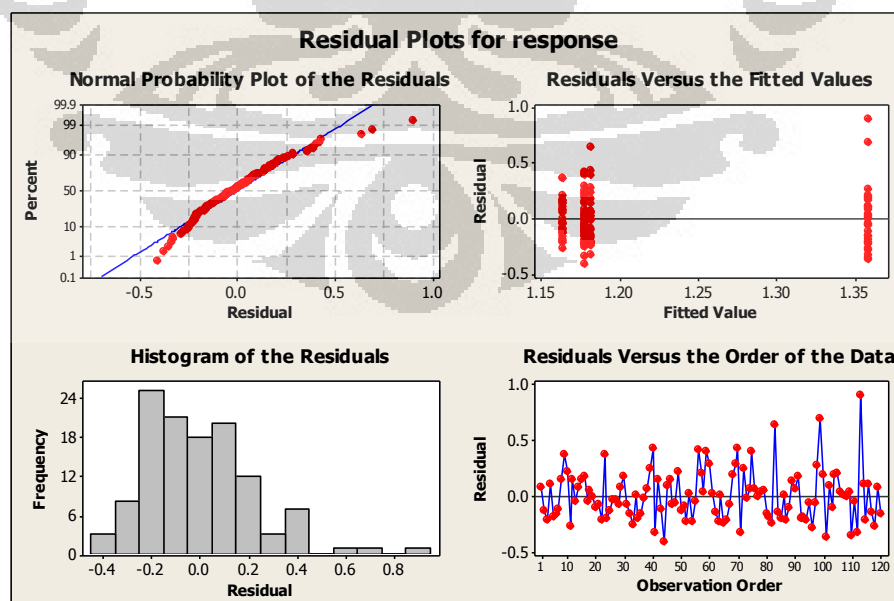
4.1. Mode Adequacy Checking

4.1.1. Mode Adequacy Checking Choice Reaction Time

Pada penelitian kali ini analisis uji normalitas dengan melihat grafik normal probability plot, residuals versus the Fitted Values, Histogram of the Residuals dan Residuals Versus the Order of the Data menggunakan software Minitab 14.0.

Uji normal dilakukan untuk mengetahui apakah data pengukuran yang terkumpul terdistribusi normal sehingga dapat dilakukan tahap pengolahan data berikutnya.

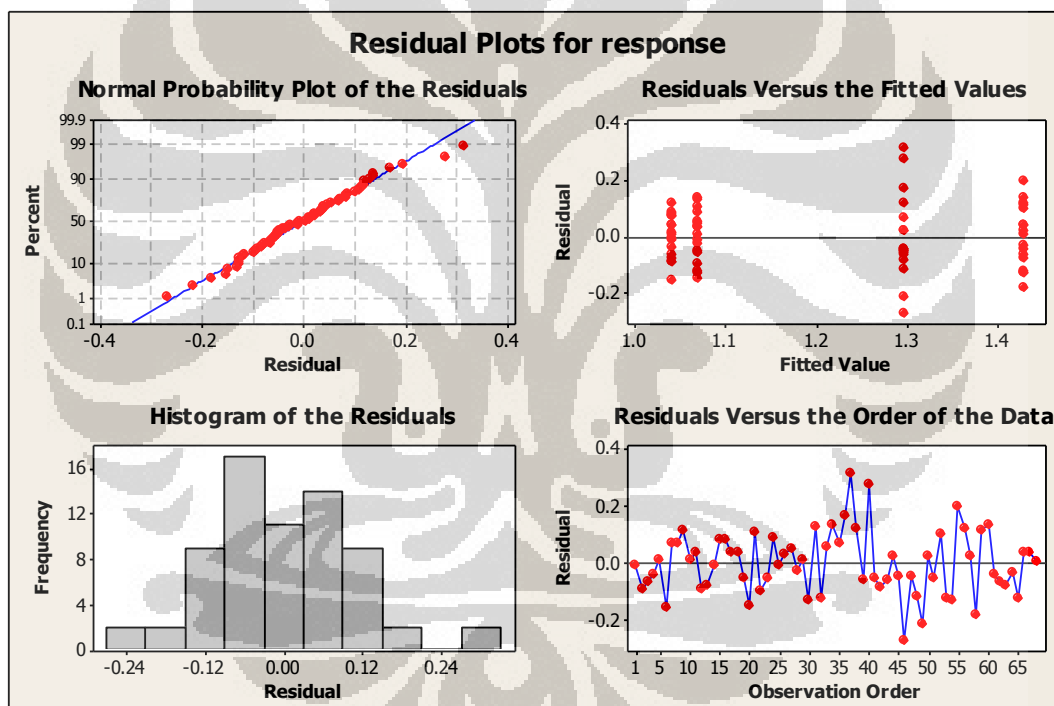
Hasil uji normal data pajanan kebisingan pada percobaan *choice reaction time* adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1. Residual Plot untuk Choice Reaction Time Awal

Normalitas data dapat dilihat dari *normal probability plot* di atas. Dari grafik dapat dilihat bahwa ada titik yang jauh dari garis lurus, sehingga hal itu menunjukkan bahwa ada beberapa data yang tidak normal. Selanjutnya, *residual versus the fitted values*. Grafik histogram ini juga tidak menunjukkan bentuk bell-shape sehingga belum normal. Untuk grafik *residuals versus the order of the Data*, grafik menunjukkan banyak fluktuasi sehingga variabilitas dari data sudah layak. Dari grafik-grafik di atas, data yang didapatkan belum normal.

Maka dari itu, outlier harus dieliminasi terlebih dahulu. Outlier yang dieliminasi adalah data yang terletak jauh dari garis lurus (dapat dilihat pada Normal Probability Plot of the Residuals). Setelah outlier dieliminasi, uji normalitas dilakukan kembali. Hasilnya adalah seperti tabel berikut ini:



Gambar 4.2 Residual Plot Choice Reaction Time Setelah Eliminasi Outlier

Berbeda dengan gambar 4.1, pada grafik *normal probability plot* di atas tidak terdapat titik yang jauh dari garis lurus, sehingga hal itu menunjukkan bahwa data sudah normal. Selanjutnya, *residual versus the fitted values*. Grafik histogram ini juga telah menunjukkan bentuk bell-shape sehingga data dapat dianggap normal. Untuk grafik *residuals versus the order of the Data*, grafik menunjukkan banyak fluktuasi sehingga variabilitas dari data sudah layak. Dari

grafik-grafik di atas, data yang akan dipakai untuk pengolahan selanjutnya sudah normal.

Setelah uji normalitas telah dilakukan dan hasil data untuk *Choice reaction time* telah terdistribusi normal maka dapat dilakukan uji One Factor – 4 level anova. Dari hasil Minitab 14.0 menunjukkan bahwa p-value dari percobaan adalah 0.000 dan angka tersebut kurang dari 0.05 sehingga terdapat perbedaan means antar kelompok perlakuan. Hal ini berarti paling tidak terdapat satu kelompok pajanan kebisingan yang memiliki means *choice reaction time* yang berbeda secara signifikan.

Tabel 4.1 Uji One Factor-4 level Anova pada Penelitian *Choice reaction time* setelah outlier dieliminasi

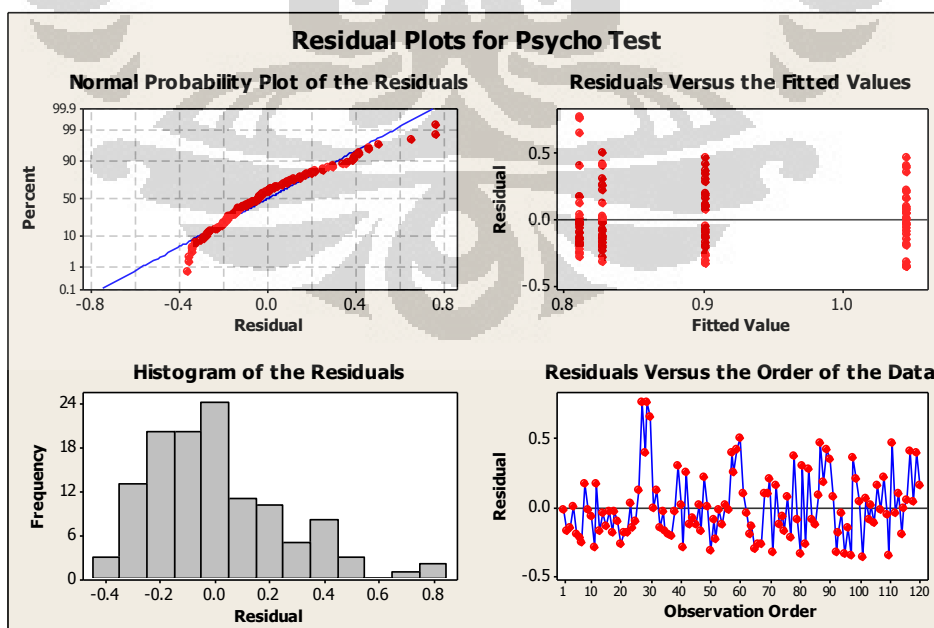
One-way ANOVA: response choice versus level dbA

Source	DF	SS	MS	F	P
Level dba	3	1.7573	0.5858	46.84	0.000
Error	64	0.8004	0.0125		
Total	67	2.5577			

S = 0.1118 R-Sq = 68.71% R-Sq(adj) = 67.24%

4.1.2. Mode Adequacy Checking Psychophysics

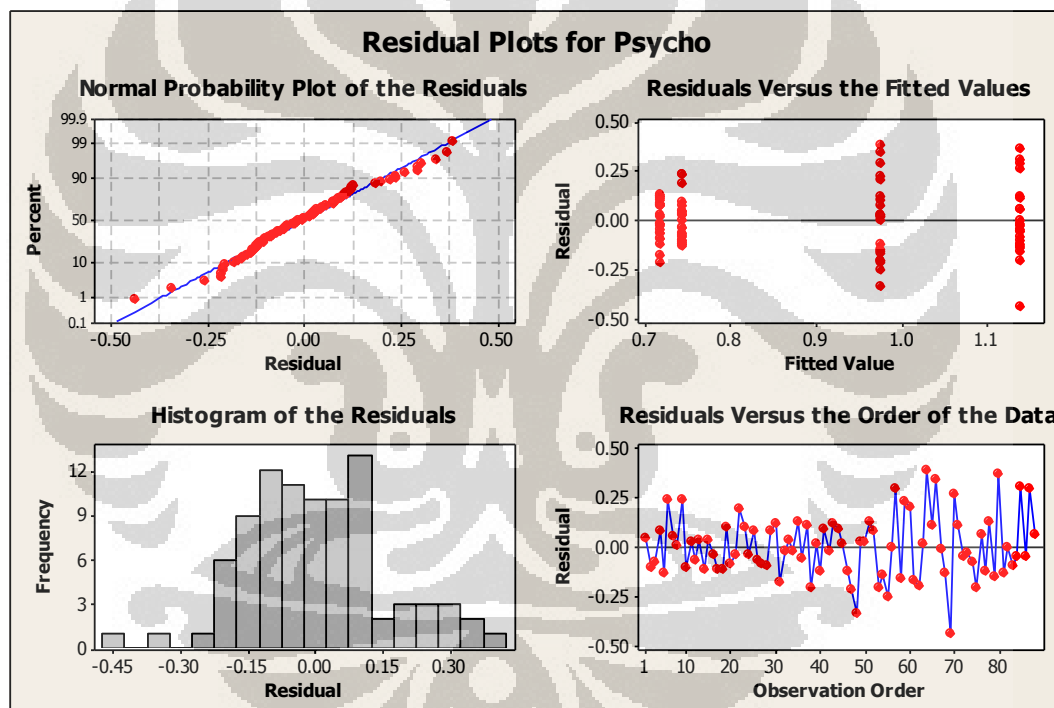
Hasil uji normal data pajanan kebisingan pada percobaan *psycho* adalah sebagai berikut:



Gambar 4.3 Residual Plot untuk Psycho Awal

Normalitas data dapat dilihat dari *normal probability plot* di atas. Dari grafik dapat dilihat bahwa ada titik yang jauh dari garis lurus, sehingga hal itu menunjukkan bahwa ada beberapa data yang tidak normal. Selanjutnya, *residual versus the fitted values*. Grafik histogram ini juga tidak menunjukkan bentuk bell-shape sehingga belum normal. Untuk grafik *residuals versus the order of the Data*, grafik menunjukkan banyak fluktuasi sehingga variabilitas dari data sudah layak. Dari grafik-grafik di atas, data yang didapatkan belum normal.

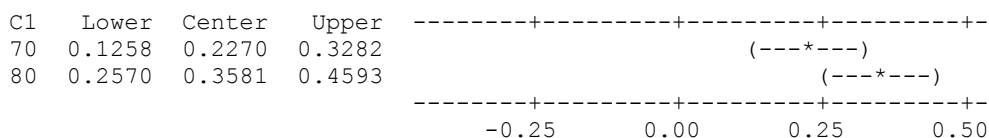
Maka dari itu, outlier harus dieliminasi terlebih dahulu. Outlier yang dieliminasi adalah data yang terletak jauh dari garis lurus (dapat dilihat pada Normal Probability Plot of the Residuals). Setelah outlier dieliminasi, uji normalitas dilakukan kembali. Hasilnya adalah seperti tabel berikut ini:



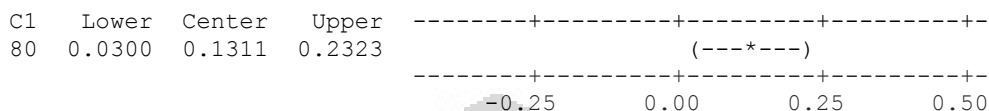
Gambar 4.4 Residual Plot untuk Psycho Setelah Outlier Dieliminasi

Berbeda dengan gambar 4.3, pada grafik *normal probability plot* di atas tidak terdapat titik yang jauh dari garis lurus, sehingga hal itu menunjukkan bahwa data sudah normal. Selanjutnya, *residual versus the fitted values*. Grafik histogram ini juga telah menunjukkan bentuk bell-shape sehingga data dapat dianggap normal. Untuk grafik *residuals versus the order of the Data*, grafik menunjukkan banyak fluktuasi sehingga variabilitas dari data sudah layak. Dari

C1 = 60 subtracted from:



C1 = 70 subtracted from:



Tukey's test di atas memberikan 3 set *multiple comparison confidence intervals*, yaitu:

1. Mean level 0 dbA (sebagai variabel kontrol)

Means level 60 dbA tidak berbeda secara signifikan dengan means level 0 dbA karena dalam intervalnya memuat angka 0. Namun means level 0 dbA berbeda secara signifikan dengan means level 70 dbA dan level 80 dbA karena tidak memuat angka 0 antar intervalnya.

2. Mean level 60 dbA (sebagai variabel kontrol)

Means level 60 dbA berbeda secara signifikan dengan means level 70 dbA dan means level 80 dbA karena tidak memuat angka 0 antar intervalnya.

3. Mean level 70 dbA (sebagai variabel kontrol)

Dalam perbandingan terakhir, means level 70 dbA juga berbeda secara signifikan dengan means level 80 dbA karena dalam intervalnya tidak memuat angka 0.

4.2.2. Tukey's Post Hoc Analysis pada Penelitian Psycho

Demikian juga dengan penelitian psycho. Setelah mendapatkan hasil bahwa terdapat perbedaan rata-rata *means* yang signifikan dari *psycho*, Untuk mengetahui kelompok mana yang berbeda maka dapat menggunakan Tukey Post Hoc test. Berikut adalah hasil Tukey Post Hoc test dari penelitian *Psycho*.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals

All Pairwise Comparisons among Levels of Level dbA

Individual confidence level = 98.97%

Level dbA = 0 subtracted from:

Level dbA	Lower	Center	Upper
60	-0.1511	-0.0249	0.1013
70	0.1071	0.2333	0.3595
80	0.2708	0.3970	0.5232

Level dbA = 60 subtracted from:

Level dbA	Lower	Center	Upper
70	0.1321	0.2583	0.3845
80	0.2958	0.4220	0.5482

Level dbA = 70 subtracted from:

Level dbA	Lower	Center	Upper
80	0.0375	0.1637	0.2899

Tukey's test untuk percobaan psycho memberikan 3 set *multiple comparison confidence intervals* yang hasilnya hampir sama dengan Tukey's test percobaan *Psycho*, yaitu:

1. Mean level 0 dbA (sebagai variabel kontrol)

Means level 60 dbA tidak berbeda secara signifikan dengan means level 0 dbA karena dalam intervalnya memuat angka 0. Namun means level 0 dbA berbeda secara signifikan dengan means level 70 dbA dan level 80 dbA karena tidak memuat angka 0 antar intervalnya.

2. Mean level 60 dbA (sebagai variabel kontrol)

Means level 60 dbA berbeda secara signifikan dengan means level 70 dbA dan means level 80 dbA karena tidak memuat angka 0 antar intervalnya.

3. Mean level 70 dbA (sebagai variabel kontrol)

Dalam perbandingan terakhir, means level 70 dbA juga berbeda secara signifikan dengan means level 80 dbA karena tidak memuat angka 0 antar intervalnya.

Dari kedua hasil Tukey's test di atas baik untuk percobaan *Choice reaction time* maupun *Psycho*, kelompok pajanan 70 dan 80 db terbukti secara statistik terdapat perbedaan hasil means *choice reaction time* dan *psycho* dengan kelompok pajanan lainnya.

Hasil analisis menunjukkan bahwa ada perbedaan rerata yang signifikan dimulai pada kelompok pajanan 70 dbA atau setara dengan intensitas bising 53 dBA selama 4 jam ($L_{Aeq, 4jam}$ 53 dBA) dan 80 dbA atau setara dengan intensitas bising 63 dBA selama 4 jam ($L_{Aeq, 4jam}$ 63 dBA). Hal ini berarti penurunan waktu *choice reaction time* dan *psycho* responden telah terpengaruh secara signifikan, di mana pajanan pada level ini memang cukup tinggi dibandingkan dengan level pajanan 60 dbA.

Maka dapat kita simpulkan bahwa performa anak-anak SD tersebut masih belum terpengaruh ketika level pajanan kebisingan yang dialami mereka ketika di lab kurang dari sama dengan 60 dbA atau setara dengan bising 43 dBA selama 4 jam ($L_{Aeq, 4jam}$ 43 dBA) mereka sekolah. Namun performa anak-anak ini sudah mulai terpengaruh ketika level pajanan kebisingan sudah mencapai level 70 dbA atau setara dengan bising 53 dBA selama 4 jam ($L_{Aeq, 4jam}$ 63 dBA) atau lebih selama jam sekolah mereka. Keawasan anak-anak tersebut yang direpresentasikan oleh *choice reaction time* dan *psycho* sebenarnya telah terpengaruh secara negatif jika kondisi ruang kelas mereka terlalu bising sehingga kondisi lingkungan kelas harus dijaga agar performa anak tetap optimal.

BAB 5 KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Salah satu indikator keberhasilan dalam pendidikan adalah prestasi belajar. Kebisingan di lingkungan sekolah yang disebabkan dari kebisingan jalan raya dapat mempengaruhi proses belajar mengajar terutama dalam hal konsentrasi belajar siswa.

Hasil pengolahan data dan analisis menunjukkan bahwa level pajanan kebisingan ekuivalen secara kontinu dalam 4 jam di bawah level kebisingan 43 dbA belum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap ketanggapan para siswa SD tersebut yang diuji dengan *Choice Reaction Time* dan *Psychophysics test*. Namun ketika level pajanan kebisingan di atas 53 dbA, ketanggapan para siswa mulai terpengaruh. Hal ini terbukti dari uji Tukey yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Level pajanan kebisingan yang akan mempengaruhi keawasan para murid kelas 4 SD Pondok Cina 1 secara signifikan pada percobaan ini adalah level pajanan kebisingan sebesar 53 dbA dan level pajanan kebisingan sebesar 63 dbA. Tren kenaikan *choice reaction time* dan *psychophysics* juga ditemukan berbanding lurus dengan kenaikan pajanan kebisingan.

Melalui penelitian ini, pajanan kebisingan ini terbukti salah satu lingkungan fisik yang terbukti mempengaruhi performa belajar siswa jika telah melebihi nilai ambang batas yang ditetapkan. Faktor lainnya seperti suhu dan pencahayaan juga faktor lain yang dapat mempengaruhi performa siswa namun tidak dijelaskan lebih dalam dalam penelitian ini.

Dengan terbuक्तinya kebisingan mempengaruhi *choice reaction time* dan *psychophysics* yang merepresentasikan keawasan dapat kita simpulkan bahwa kebisingan berkontribusi sebagai salah satu faktor yang berhubungan dengan konsentrasi anak-anak dalam melakukan kegiatan belajar dan sebaiknya diminimalisir sebaik mungkin.

Salah satu langkah pengendalian pajanan kebisingan adalah dengan membuat suatu *barrier* (pembatas). Maka dari itu rekomendasi untuk mengurangi

kebisingan pada ruang-ruang kelas adalah dengan cara menutup jendela dan memasang peredam suara seperti *Acourete Board 230*.

5.2. Saran

Beberapa saran berikut ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi peneliti lainnya ke depannya, supaya hasil penelitian menjadi lebih baik ke depannya:

- a. Pengambilan data menggunakan berbagai jenis laptop yang sama feature dan modelnya.
- b. Membuat percobaan dengan temperature yang mendekati dengan temperature di ruang kelas.
- c. Referensi tingkat kebisingan yang digunakan merupakan kebisingan yang paling terbaru.
- d. Pengkondisiian waktu pada penelitian ini sebaiknya ditambah variasinya menjadi 6 menit, 7 menit, 8 menit dan seterusnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S. A. (2004). Railway noise levels, annoyance and countermeasures in Assiut, Egypt.
- Boogs, David H. (1968). Differential effect of noise on task of varying complexity.
- Bridger, R.S. (2005). *Introduction to Ergonomics* (2nd ed.). New York: Taylor & Francis.
- Dul, J., & Weerdmeester, B. (2008). *Ergonomics for Beginners: a quick reference guide* (3rd ed.). London: CRC Press.
- Elkort, Joy. (2006). The Effects of Internal Classroom Noise On Performance
- Klatte, Maria, Lachmann, Meis. (2010). Effects of noise and reverberation on speech perception and listening comprehension of children and adults in a classroom-like setting.
- Kurniawan, Andri. (2011). Hubungan Tingkat Kebisingan Dengan Prestasi Belajar Siswa Di SDN Depok 6 Tahun 2011.
- Montgomery , Douglas C. (2005). Design And Analysis of Experiment, 6th edition. USA: John Wiley & Sons. Inc.
- Muzet, A. (2007). Environmental noise, sleep and health.
- NIOSH (1998, June). *Criteria for a Recommended Standard: Occupational Noise Exposures*. May, 19 2011. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/98-126/chap6.html>
- PCB Piezotronics, Inc. (2009). *Model HVM 100: Human Vibration Meter Technical Reference Manual*. Utah: Author.
- Sanders, Mark & McCormick, Ernest. (1993). *Human Factors in Engineering and Design* (7th ed.). New York: McGraw-Hill, Inc.
- Sutalaksana, R et al. (1979). Teknik Cara Kerja. Bandung.
- Xie, Hui et al. (2011). The impacts of environmental noise on the academic achievements of secondary school students in Greater London.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Psychophysics 0 dbA

No	Name	db	response	Standard deviation
1	Alia	0	0.7870	1.0232
2	Annisa	0	0.6368	0.0850
3	asyilla	0	0.6630	0.2595
4	aulia	0	0.8167	0.3860
5	farhan	0	0.6068	0.1422
6	ilham	0	0.5839	0.8949
7	Nabila	0	0.5538	0.1148
8	Reza	0	0.9798	0.6492
9	rizki	0	0.7897	0.8186
10	salsabil	0	0.7434	0.5019
11	Windy	0	0.5189	0.1889
12	yuda	0	0.9792	0.3453
13	zahra	0	0.6358	1.3994
14	figo	0	0.7660	0.4213
15	alfian	0	0.6724	0.2319
16	andi	0	0.7777	0.2882
17	andriza	0	0.6275	0.2554
18	diny	0	0.7725	0.1623
19	Fairuz	0	0.7016	0.2959
20	haikal	0	0.5435	0.0882
21	hanida	0	0.6216	0.3806
22	harsya	0	0.6247	1.4627
23	putri	0	0.8387	0.6676
24	rama	0	0.6555	0.1656
25	rizki saputra	0	0.7016	0.2322
26	vinka	0	0.9293	0.4617
27	Asraf	0	1.5752	0.2620
28	Nando	0	1.2063	0.2110
29	Riska	0	1.5741	0.1793
30	Wulan	0	1.4639	0.2718

Lampiran 2. Data Psychophysics 60 dbA

No	Name	db	response	Standard deviation
1	Alia	60	0.8172	0.3098
2	Annisa	60	0.9448	0.1174
3	asyilla	60	0.6710	0.1613
4	aulia	60	0.7938	0.3174
5	farhan	60	0.6482	0.0965
6	ilham	60	0.6264	0.0969
7	Nabila	60	0.6191	0.2258
8	Reza	60	0.7938	0.3345
9	rizki	60	1.1245	0.4673
10	salsabil	60	0.8376	0.8836
11	Windy	60	0.5353	0.1433
12	yuda	60	1.0784	0.4012
13	zahra	60	0.6921	0.3850
14	figo	60	0.7487	0.3494
15	alfian	60	0.6980	0.1586
16	andi	60	0.8452	0.3532
17	andriza	60	0.6546	0.1621
18	diny	60	1.0456	1.1205
19	Fairuz	60	0.8268	0.3448
20	haikal	60	0.5043	0.1170
21	hanida	60	0.7344	0.3592
22	harsya	60	0.5909	0.1571
23	putri	60	0.8013	0.6024
24	rama	60	0.6969	0.3197
25	rizki saputra	60	0.8368	0.1597
26	vinka	60	0.8061	0.4951
27	Asraf	60	1.2230	0.6625
28	Nando	60	1.0799	0.3036
29	Riska	60	1.2449	0.2564
30	Wulan	60	1.3328	0.1625

Lampiran 3. Data Psychophysics 70 dbA

No	Name	db	response	Standard deviation
1	Alia	70	0.9918	0.1452
2	Annisa	70	0.0850	1.5769
3	asyilla	70	0.7036	0.1458
4	aulia	70	0.7598	0.1632
5	farhan	70	0.5940	0.3822
6	ilham	70	0.6289	0.1231
7	Nabila	70	0.6329	0.1446
8	Reza	70	1.0013	0.2163
9	rizki	70	1.0025	1.3119
10	salsabil	70	1.0991	0.3603
11	Windy	70	0.5641	0.0685
12	yuda	70	1.0516	0.7750
13	zahra	70	0.7668	0.1451
14	figo	70	0.8270	0.3658
15	alfian	70	0.7202	0.1780
16	andi	70	0.9712	0.2765
17	andriza	70	0.6824	0.1639
18	diny	70	1.2698	0.3094
19	Fairuz	70	0.8124	0.4200
20	haikal	70	0.5635	0.0536
21	hanida	70	1.1995	0.3907
22	harsya	70	0.6242	0.1468
23	putri	70	1.1777	0.2055
24	rama	70	0.8038	0.1388
25	rizki saputra	70	0.7716	0.1966
26	vinka	70	0.9897	0.3025
27	Asraf	70	1.3620	0.5976
28	Nando	70	1.0805	0.2587
29	Riska	70	1.3191	0.3783
30	Wulan	70	1.2443	1.5662

Lampiran 4. Data Psychophysics 80 dbA

No	Name	db	response	Standard deviation
1	Alia	80	1.1232	0.1432
2	Annisa	80	0.7168	0.1149
3	asyilla	80	0.8576	0.1341
4	aulia	80	1.0047	0.5293
5	farhan	80	0.7016	0.1167
6	ilham	80	0.8948	0.0813
7	Nabila	80	0.6885	0.0960
8	Reza	80	1.4016	0.8483
9	rizki	80	1.2474	0.2735
10	salsabil	80	1.0857	0.2800
11	Windy	80	0.6832	0.0547
12	yuda	80	1.1104	0.3246
13	zahra	80	0.9574	0.1184
14	figo	80	1.0561	0.2926
15	alfian	80	0.9303	0.5301
16	andi	80	1.1977	0.1861
17	andriza	80	1.0173	0.1315
18	diny	80	1.2650	0.2443
19	Fairuz	80	0.9835	0.2267
20	haikal	80	0.6880	0.1449
21	hanida	80	1.5085	0.1917
22	harsya	80	1.0000	0.1651
23	putri	80	1.1371	0.8387
24	rama	80	0.8483	0.1327
25	rizki saputra	80	1.0376	0.1151
26	vinka	80	1.0918	0.8910
27	Asraf	80	1.4461	0.7895
28	Nando	80	1.0861	0.2054
29	Riska	80	1.4328	0.1793
30	Wulan	80	1.1973	0.2487

Lampiran 5. Data Choice Reaction Time 0 dbA

No	Name	db	response	Standard deviation
1	Alia	30	1.2370	0.6315
2	Annisa	30	1.0305	0.1626
3	asyilla	30	0.9474	0.1971
4	aulia	30	1.2685	0.1740
5	farhan	30	0.9749	0.5986
6	ilham	30	1.0031	0.1965
7	Nabila	30	1.0496	0.2715
8	Reza	30	1.3033	0.3348
9	rizki	30	1.5267	0.9501
10	salsabil	30	1.3750	0.3338
11	Windy	30	0.8870	0.0867
12	yuda	30	1.3077	0.2629
13	zahra	30	1.1125	0.3378
14	figo	30	1.2443	0.4898
15	alfian	30	1.3096	0.4513
16	andi	30	1.3328	0.3036
17	andriza	30	1.1126	0.2564
18	diny	30	1.2116	0.1625
19	Fairuz	30	1.1568	0.3497
20	haikal	30	1.0540	0.1644
21	hanida	30	1.0805	0.3408
22	harsya	30	0.9507	0.1651
23	putri	30	1.5290	1.2409
24	rama	30	0.9628	0.3875
25	rizki saputra	30	1.0341	0.2209
26	vinka	30	1.1245	0.5661
27	Asraf	30	1.1230	0.2620
28	Nando	30	1.0799	0.2110
29	Riska	30	1.2449	0.1793
30	Wulan	30	1.3328	0.2718

Lampiran 6. Data Choice Reaction Time 60 dbA

No	Name	db	response	Standard deviation
1	Alia	60	1.1065	0.2619
2	Annisa	60	1.0159	0.1718
3	asyilla	60	0.9199	0.3135
4	aulia	60	1.1775	0.3206
5	farhan	60	0.9708	0.1863
6	ilham	60	1.0147	0.3083
7	Nabila	60	1.1557	0.2313
8	Reza	60	1.2374	0.3715
9	rizki	60	1.4260	0.5249
10	salsabil	60	1.5991	0.4076
11	Windy	60	0.8424	0.0804
12	yuda	60	1.3227	0.4076
13	zahra	60	1.0592	0.2835
14	figo	60	0.7660	0.3442
15	alfian	60	1.2625	0.6786
16	andi	60	1.3191	0.2620
17	andriza	60	1.1021	0.2110
18	diny	60	1.1165	0.1793
19	Fairuz	60	1.3945	0.2718
20	haikal	60	1.0453	0.1274
21	hanida	60	1.0799	0.2630
22	harsya	60	0.9418	0.2028
23	putri	60	1.1988	1.4847
24	rama	60	0.9440	0.1992
25	rizki saputra	60	1.1251	0.1148
26	vinka	60	1.5854	1.4954
27	Asraf	60	1.3752	0.6625
28	Nando	60	1.2063	0.3036
29	Riska	60	1.5741	0.2564
30	Wulan	60	1.4639	0.1625

Lampiran 7. Data Choice Reaction Time 70 dbA

No	Name	db	response	Standard deviation
1	Alia	70	1.1996	0.3295
2	Annisa	70	1.0306	0.1813
3	asyilla	70	0.9467	0.1721
4	aulia	70	1.1844	0.4002
5	farhan	70	0.9352	0.1212
6	ilham	70	0.9590	0.1504
7	Nabila	70	1.0973	0.2151
8	Reza	70	1.3660	0.2779
9	rizki	70	1.4660	0.6648
10	salsabil	70	1.6115	0.3698
11	Windy	70	0.8493	0.2136
12	yuda	70	1.4177	0.2649
13	zahra	70	1.1654	0.2716
14	figo	70	1.2384	0.4703
15	alfian	70	1.5741	0.4605
16	andi	70	1.2449	0.4091
17	andriza	70	1.1758	0.2054
18	diny	70	1.2116	0.1793
19	Fairuz	70	1.2355	0.2487
20	haikal	70	1.0130	0.1677
21	hanida	70	0.9861	0.2202
22	harsya	70	0.9307	0.1646
23	putri	70	1.8208	1.2753
24	rama	70	1.0268	0.2548
25	rizki saputra	70	0.9719	0.1769
26	vinka	70	1.1818	0.2469
27	Asraf	70	0.9621	0.5976
28	Nando	70	1.0805	0.2587
29	Riska	70	1.3191	0.3783
30	Wulan	70	1.2443	1.5662

Lampiran 8. Data Choice Reaction Time 80 dbA

No	Name	db	response	Standard deviation
1	Alia	80	1.5294	0.2559
2	Annisa	80	1.1492	0.1560
3	asyilla	80	1.1715	0.1586
4	aulia	80	1.1358	0.1795
5	farhan	80	1.3007	0.1880
6	ilham	80	1.0720	0.2235
7	Nabila	80	1.2986	0.3467
8	Reza	80	1.6232	0.3986
9	rizki	80	2.0526	0.4990
10	salsabil	80	1.5484	1.4630
11	Windy	80	0.9814	0.1136
12	yuda	80	1.4503	0.2582
13	zahra	80	1.2456	0.1896
14	figo	80	1.5409	0.2926
15	alfian	80	1.5639	0.3992
16	andi	80	1.3861	0.2574
17	andriza	80	1.3638	0.2587
18	diny	80	1.3480	0.3783
19	Fairuz	80	1.3971	1.5662
20	haikal	80	1.0057	0.1838
21	hanida	80	1.3063	0.1460
22	harsya	80	1.0285	0.1725
23	putri	80	2.2601	0.3203
24	rama	80	1.4681	0.2264
25	rizki saputra	80	1.1467	0.3285
26	vinka	80	1.4651	0.2807
27	Asraf	80	1.2061	0.7895
28	Nando	80	1.0861	0.2054
29	Riska	80	1.4328	0.1793
30	Wulan	80	1.1973	0.2487

