



UNIVERSITAS INDONESIA

**Studi Dampak Kebisingan setara Tingkat Kebisingan Lalu Lintas
di Jakarta pada Performa Keawasan terhadap Sinyal Visual**

*A Study of Jakarta Traffic Noise Effect to Driver Alertness Performance
for Visual Signal*

SKRIPSI

**FLORENCE DHALIA
0806337592**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA
DEPOK
DESEMBER 2011**



UNIVERSITAS INDONESIA

**Studi Dampak Kebisingan setara Tingkat Kebisingan Lalu Lintas
di Jakarta pada Performa Keawasan terhadap Sinyal Visual**

*A Study of Jakarta Traffic Noise Effect to Driver Alertness Pformance
for Visual Signal*

SKRIPSI

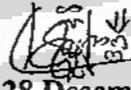
**FLORENCE DHALIA
0806337592**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar
Sarjana Teknik**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
DESEMBER 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Florence Dhalia
NPM : 0806337592
Tanda Tangan : 
Tanggal : 28 Desember 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh,

Nama : Florence Dhalia
NPM : 0806337592
Program Studi : S1 Reguler
Judul Skripsi : Studi Dampak Kebisingan setara Tingkat Kebisingan Lalu Lintas di Jakarta pada Performa Keawasan terhadap Sinyal Visual

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

DEWAN PENGUJI

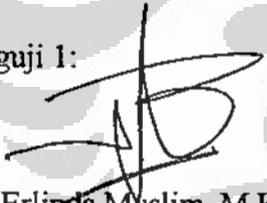
Pembimbing 1:



(Ir. Boy Nurtjahyo Moch, MSIE)

NIP. 195511031985031003

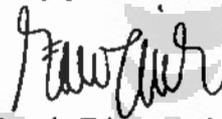
Penguji 1:



(Ir. Erlinda Muslim, M.EE.)

NIP. 196010281988112001

Penguji 2:



(Ir. Fauzia Dianawati, M.Si.)

NIP. 196901231994032002

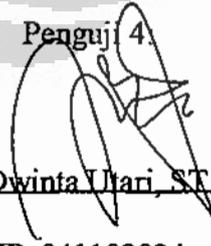
Penguji 3:



(Ir. Dendi P. Ishak, M.SIE)

NIP. 041003004

Penguji 4:



(Dwinta Utari, ST MT.)

NIP. 041103024

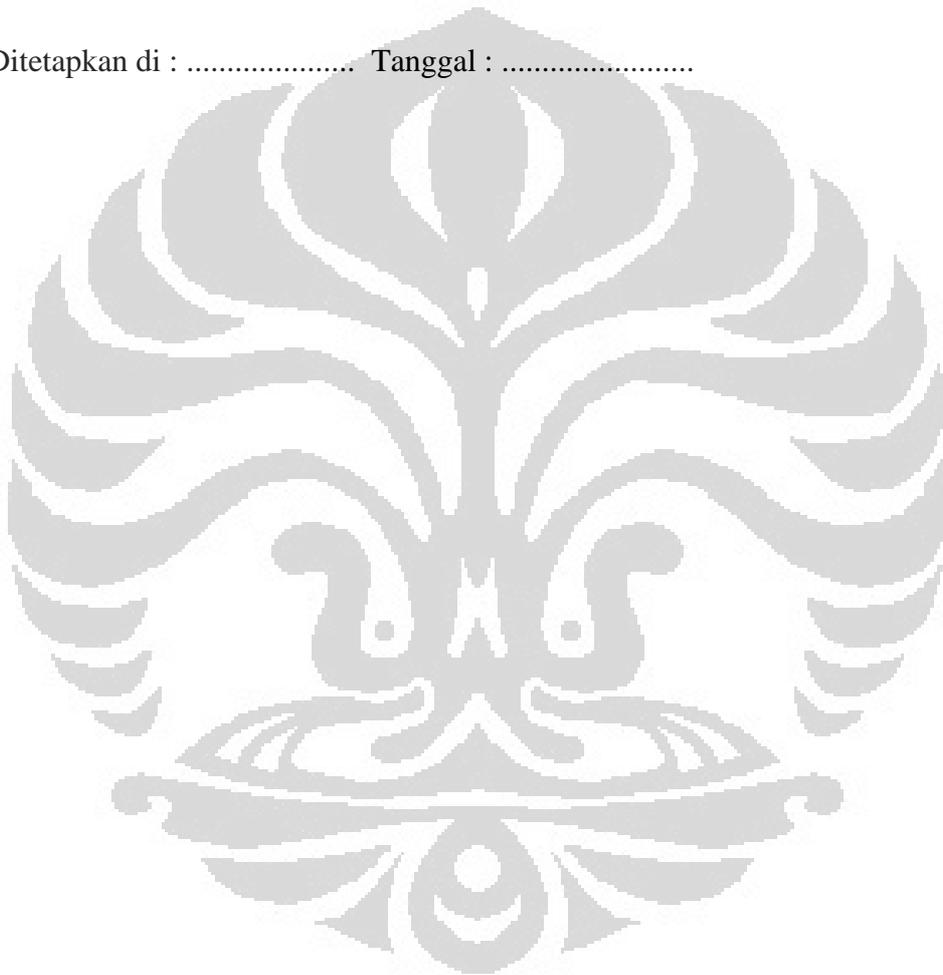
DISAHKAN OLEH

Ketua Departemen Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

(Prof.Dr.Ir. Teuku Yuri M. Zagloel,M.Eng.Sc) (Prof.Dr.Ir. Bambang Sugiarto,M.Eng.)
NIP 1960303201989031002 NIP. 196107131986021001

Ditetapkan di : Tanggal :



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. Ir. Boy Nurtjahyo Moch, MSIE selaku dosen pembimbing atas arahan, kesabaran dan semangat yang diberikan dalam membimbing penyelesaian skripsi ini. Tidak lupa Ibu Lina yang sangat ramah dan hangat di kala penulis dalam bimbingan Pak Boy.
2. Akhmad Hidayatno selaku pembimbing akademik.
3. Dosen – dosen lainnya yang tetap memberikan semangat dan masukan di kala penulis kebingungan, Ibu Erlinda Muslim, Fauzia Dianawati, Dwinta Utari, Arian Dhini dan Maya.
4. Peneliti Hibah Multi Disiplin FKUI atas kesempatan yang diberikan mereka kepada penulis untuk ikut serta di dalam penelitiannya. Kepada Dokter Mochtar, Dokter Rully BC, Dokter Yin dan terutama Dokter Iwan Sugiarta atas bimbingan teknis mengenai pengadaan eksperimental.
5. Orang tua saya, adik-adik saya, dan keluarga besar saya serta Cakra Putra yang selalu menyemangati dan raut muka bangga mereka selalu menjadi pemicu saya untuk tetap bersemangat.
6. Teman dekat saya, khususnya Sonya Clarissa, Laisha Tatia, Felita Ersalina, Intan Sormin, Asseta Kadar dan Vanessa Jannette yang senantiasa menjadi teman terdekat penulis selama masa kuliah ini. Terima kasih untuk selalu menyeret penulis untuk bersenang-senang dan menikmati dunia perkuliahan.
7. Asisten Laboratorium Ergonomic Center yang sangat ceria dan akrab, terutama Citra Prana, Meilinda Doris, Ivan Angga Kusuma, Dwiki Drajat, ketika penulis bertapa di laboratorium dalam penulisan skripsi. Dukungan

mereka menjadikan Laboratorium Ergonomic Center menjadi tempat yang nyaman untuk belajar, berkonsentrasi dan melepas kejenuhan.

8. 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.
9. Teman-teman sesama pejuang skripsi di semester ganjil ini yaitu Ami, Ayu Wulandari dan Visky Katerina, terima kasih untuk selalu berbagi ilmu terutama pencerahan-pencerahan mengenai metode-metode.
10. 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 , 28 Desember 2011

Florence Dhalia

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Florence Dhalia

NPM : 0806337592

Program Studi : S1 Reguler

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Skripsi

demikian 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:

“Studi Dampak Kebisingan setara Tingkat Kebisingan Lalu Lintas di Jakarta pada Performa Keawasan terhadap Sinyal Visual ”

Beserta instrumen/desain/perangkat (jika ada). Berdasarkan Persetujuan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih bentuk, mengalihmediakan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya secara sadar tanpa paksaan dari pihak mana pun.

Dibuat di: Depok

Pada tanggal: 28 Desember 2011

Yang membuat pernyataan



(Florence Dhalia)

viii

ABSTRAK

Nama : Florence Dhalia
Program Studi : Teknik Industri
Judul : *Studi Dampak Kebisingan setara Tingkat Kebisingan Lalu Lintas di Jakarta pada Performa Keawasan terhadap Sinyal Visual*

Kebisingan lalu lintas meningkat seiring dengan peningkatan jumlah kendaraan dan tingkat kepadatan lalu lintas. Hal yang sama terjadi di Jakarta yang kini mempunyai tingkat kebisingan rata-rata sebesar 78,8 dB, jauh lebih tinggi dibandingkan dengan batas dari Kementrian Lingkungan yakni 65 dB untuk jalur perdagangan. Dalam skripsi ini penulis mencoba membuktikan dampak lain kebisingan selain pada pendengaran, yaitu pada keawasan pengemudi. Dimana keawasan pengemudi yang merupakan salah satu penyebab utama kecelakaan lalu lintas. Keawasan dari subjek akan diukur menggunakan *eight-choice reaction time* yang dapat merepresentasikan sensasi, persepsi, keawasan dan pemilihan respons. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebisingan berdampak secara signifikan pada *choice reaction time* dimulai pada $L_{Aeq(2\text{ hr})}$ 76 dB untuk komuter dan $L_{Aeq(8\text{ hr})}$ 70 dB untuk yang berprofesi supir.

Kata Kunci :
Ergonomi, Kebisingan, Lalu Lintas, *Choice Reaction Time*, *Cognitive Performance*

ABSTRACT

Nama : Florence Dhalia
Program Studi : Industrial Engineering
Judul : A Study of Jakarta Traffic Noise Effect to Driver Alertness
Performance of Visual Signal

Traffic Noise increasing from time to time as increasement of vehicle and traffic intensity. The same things happened in Jakarta that has noise level at 78.8 dB based on research in 2004, far higher than the level defined by Indonesia Environment Ministry at 65 dB for commercial road. This research trying to prove another effect of noise besides hearing loss, one of them is alertness. Where driver alertness is one of major reasons of traffic accident. Subject alertness is measured in eight-choice reaction time that represent sensation, perception, awareness and response selection well. The result shown that noise affect choice reaction time significantly starting at $L_{Aeq(2\text{ hr})}$ 76 dB that exposure to commuter dan $L_{Aeq(8\text{ hr})}$ 70 dB exposure for who work as driver.

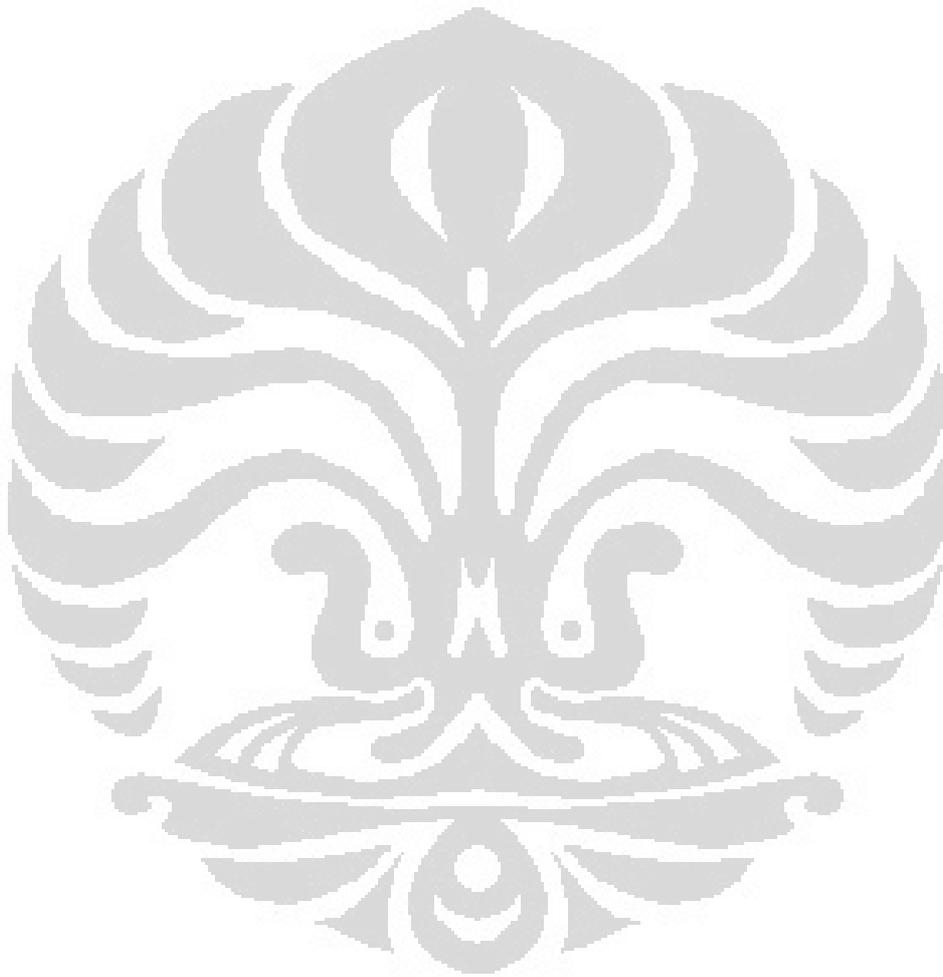
Kata Kunci :
Ergonomi, Traffic Noise, *Choice Reaction Time*, *Cognitive Performance*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Diagram Keterkaitan Masalah.....	6
1.3 Rumusan Permasalahan.....	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	7
1.6 Metodologi Penelitian	8
1.7 Sistematika Penulisan.....	11
2 LANDASAN TEORI.....	13
2.1 Ergonomi	13
2.2 Suara dan Kebisingan.....	14
2.2.1 Definisi Suara dan Pengukuran Suara.....	15
2.2.2 Kebisingan	18
2.2.3 Batas Pajanan Suara	21
2.2.4 Pengukuran Pajanan Suara.....	23
2.3 <i>Reaction Time</i>	27
2.3.1 <i>Komponen Reaction Time</i>	28
2.3.2 Waktu Reaksi Pengendara.....	30
2.4 Waktu Reaksi, Performa dan <i>Inattentional Blindness</i>	35
2.5 Kerangka Konsep	36
2.6 Hipotesis Penelitian.....	37
2.7 Statistik untuk One Factor Anova-k level	37
2.7.1 Uji Normal Data.....	37
2.7.2 Uji Homogenitas Varians.....	38
2.7.3 Post Hoc	38
3 PENGUMPULAN DATA.....	41
3.1 Desain Penelitian.....	41

3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	41
3.3	Populasi Penelitian	41
3.4	Sampel	41
3.4.1	Kriteria Sampel	42
3.5	Pengambilan Data.....	42
3.5.1	Protokol mendapatkan sampel (Tahap I)	42
3.5.2	Proses Pengambilan Data (Tahap II).....	43
3.6	Sumber Data	47
3.7	Jenis Variabel	48
3.7.1	Variabel Bebas	48
3.7.2	Variabel Terikat	48
3.8	Instrumen dan Alat-Alat penelitian	48
3.8.1	Instrumen penelitian yang digunakan adalah :.....	48
3.8.2	Alat-alat yang digunakan selama penelitian	48
3.9	Pengolahan Data.....	49
3.10	Analisis Data Statistik.....	49
3.11	Penyajian Data	49
3.12	Etika Penelitian.....	50
3.13	Definisi operasional	50
4	PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS	52
4.1	Karakteristik Perlakuan Bising.....	52
4.2	Karakteristik Responden	53
4.3	Perbandingan karakteristik subjek penelitian.....	54
4.4	Rekapitulasi Pengambilan Data.....	55
4.5	Pengujian Data	56
4.5.1	Data Awal.....	56
4.5.2	Data Transformasi Logaritma	58
4.6	Pengolahan Data.....	60
4.6.1	Tes Anova	60
4.6.2	Post Hoc Analysis	61
4.7	Means Plot.....	62
5	PENUTUP	63

5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran.....	63
DAFTAR REFERENSI	65

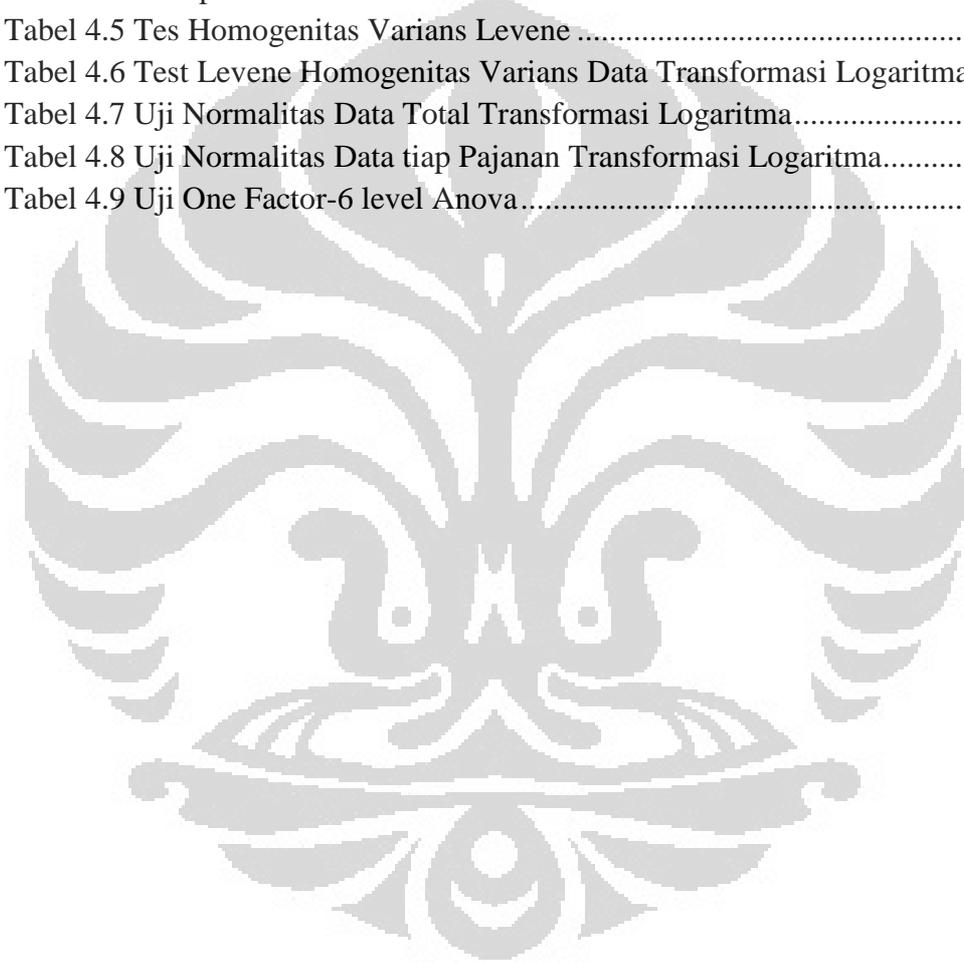


DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah.....	5
Gambar 1.3 Diagram Alir Metodologi Penelitian (sambungan).....	11
Gambar 2.1 Karakteristik Respon Relatif dari Skala Level Suara A, B dan C serta Ambang Batas dari Telinga Manusia.....	19
Gambar 2.2 Kurva Tingkat Kekerasan Suara dengan Nada Murni	20
Gambar 2.4 Gambar Block-Diagram Sederhana Soundlevel-meter	26
Gambar 2.5 Diagram Persepsi Pengemudi dan Proses Pengambilan Keputusan .	31
Gambar 2.6 Dampak Tugas pada Perilaku Visual (bawah) dan Performa Diskriminasi (atas)	36
Gambar 2.7 Kerangka Konsep Penelitian	36
Gambar 3.1 Tampilan Awal Percobaan Choice Reaction Time di Software Design Tools Versi 4.0.....	44
Gambar 3.2 Tampilan Stimuli Visual di Software Design Tools Versi 4.0.....	45
Gambar 3.3 Tampilan Keyboard dan Tombol Respons.....	46
Gambar 3.4 Tampilan Selesai Eksperimen di Software Design Tools Versi 4.0 .	46
Gambar 3.5 Alur Penelitian.....	47
Gambar 3.6 <i>Sound Level Meter</i> dengan Mikrofonnya	49
Gambar 3.7 Denah - Alur Pengambilan Data	51
Gambar 4.1 Scatter Plot Regresi Residual Terstandarisasi.....	57
Gambar 4.2 Histogram Persebaran Frekuensi Data Choice Reaction Time	58
Gambar 4.3 Scatter Plot Regresi Residual Terstandarisasi	59
Gambar 4.4 Histogram Distribusi Data Choice Reaction Time Transformasi Logaritma	59
Gambar 4.5 Means Plot Choice Reaction Time pada Tingkat Paparan Kebisingan	62

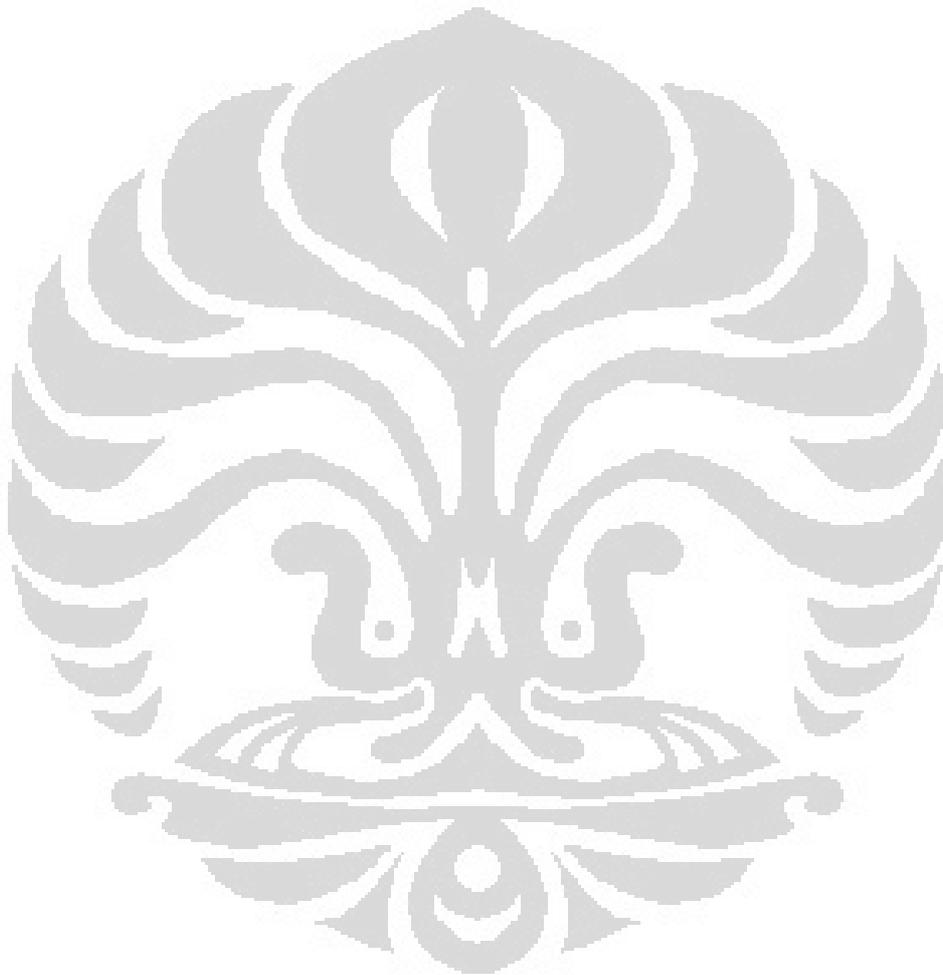
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Skala intensitas Kebisingan	17
Tabel 2.2 Baku Tingkat Kebisingan Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no. Kep-48/MENLH/11/1996	22
Tabel 2.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Gangguan Kualitas Suara	24
Tabel 4.1 Perhitungan Kesetaraan Paparan Bising	53
Tabel 4.2 Deskripsi Statistik Karakteristik Responden.....	54
Tabel 4.3 Perbandingan Karakteristik Subjek Penelitian.....	55
Tabel 4.4 Rekapitulasi Data Bersih Choice Reaction Time.....	55
Tabel 4.5 Tes Homogenitas Varians Levene	57
Tabel 4.6 Test Levene Homogenitas Varians Data Transformasi Logaritma.....	58
Tabel 4.7 Uji Normalitas Data Total Transformasi Logaritma.....	60
Tabel 4.8 Uji Normalitas Data tiap Paparan Transformasi Logaritma.....	60
Tabel 4.9 Uji One Factor-6 level Anova.....	61



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 . Hasil Uji Post Hoc.....	69
Lampiran 2. Data Standard Deviasi Internal Responden.....	70
Lampiran 3. Data Lengkap Deskriptif Responden.....	71



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebisingan di kota-kota besar disadari oleh World Health Organization (PBB) sebagai polusi paling berbahaya nomor tiga setelah polusi air dan udara (WHO, 2005). Di banyak kota, kebisingan meningkat rata-rata sebanyak 1-3 desibel setiap tahunnya (Gražulevičienė *et al.* 2003). Tingkat kebisingan diperkirakan meningkat dua kali lipat dalam 15 tahun (Grubliauskas, Butkus 2004).

Sumber kebisingan utama dari kendaraan bermotor adalah mesin, tenaga dan mekanisme transmisi gerak juga kualitas dari jalan, kecepatan kendaraan dan intensitas arus lalu lintas. Intensitas kendaraan bermotor adalah faktor utama tingkat kebisingan di kota. Tingkat arus lalu lintas yang tertinggi berada di kota dan pusat jalan juga di jalan raya, yang menghubungkan tempat tinggal dan area industri (Maciunas 1999). Penyebab utama kebisingan di lalu lintas adalah kenaikan dari jumlah kendaraan yang tua dan dipelihara dengan buruk secara teknis dan perkembangan aktivitas transportasi yang dilakukan. tingginya jalur transportasi dan waktu perjalanan juga dialami (Antov *et al.* 2009).

Kendaraan bermotor adalah sumber yang spesifik dan dinamis dari polusi yang mempenetrasi lingkungan, bangunan dan lingkungan personal lainnya. (Klibavicius 1998). Kira-kira 60-80 persen kebisingan di kota dihasilkan dari kemacetan lalu lintas. Arus kemacetan bertambah terus menerus dimulai sejak dekade lalu, oleh karena itu kebisingan lalu lintas akan meningkat kira-kira 10-12 dB (Van Maarseveen, Zuidgesst 2003; Maciunas 1999).

Cara termudah untuk menilai polusi suara pada lingkungan adalah dengan mengukur tingkat kebisingan lingkungan. Penelitian dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Departemen Kesehatan Indonesia menunjukkan bahwa tingkat kebisingan rata-rata di tiga puluh tiga titik di Jakarta dan sekitarnya adalah sebesar 78,85 dB pada tahun 2004, bahkan pada beberapa daerah mencapai 81,53 dB dan tingkat kebisingan terendah pada 76,3 dB, masih melampaui batas kebisingan

yang ditetapkan kementerian Lingkungan Hidup no. Kep-48/MENLH/11/1996 yakni 65 dB untuk perdagangan dan jasa.

Polusi kebisingan berbeda dengan polusi air dan udara yang langsung dan mudah diketahui akibatnya dan diuraikan menurut unsurnya sebab kebanyakan dampak kebisingan yang paling populer yakni kehilangan pendengaran baru dirasakan setelah menahun.

Kebanyakan orang tahu bahwa apabila kita terekspos pada kebisingan pada tingkat yang tinggi pada jangka waktu tertentu akan mengakibatkan ketulian, tetapi sangat sedikit orang menyadari bahwa kehilangan pendengaran hanyalah satu dari berbagai permasalahan yang dihasilkan dari kebisingan. Kebisingan juga mempengaruhi kemampuan kita untuk bereaksi terhadap sinyal-sinyal, dan beberapa riset membuktikan bahwa kebisingan juga dapat mempengaruhi penglihatan, stress dan tekanan darah. Dampak-dampak ini disebut dampak extraordinary sebab tidak hanya hilangnya pendengaran (John F Rekus, 1998).

Kebisingan mempunyai berbagai dampak pada kesehatan mental dan fisik serta gangguan pada aktivitas sehari-hari. Kebisingan dapat mempengaruhi tidur, percakapan dan mengarah pada persepsi gangguan dan mengakibatkan hilangnya pendengaran, masalah cardiovascular sebagaimana mempengaruhi performa kerja (Picollo, 2005).

Kebisingan melelahkan manusia tidak hanya tempat kerja yang berisik tetapi juga lingkungan sekitar. Kebisingan di sekitar tempat kerja atau istirahat mengganggu, menyebabkan kelelahan, melemahkan perhatian dan memperlambat reaksi psikologi, menyusahkan sistem neurotik. Di dalam lingkungan yang berisik, sangat sulit untuk berkonsentrasi, mendengar dan mengingat informasi yang penting (Stansfeld *et al.* 2000; Jonasson 2007). Telah dibuktikan baik pada subjek di laboratorium dan pekerja terkait kebisingan di tempat kerja bahwa kebisingan berdampak kurang baik pada *cognitive task performance* (Cohen *et al.* 1980; Evans & Lepore 1993; Evans 1998; Hygge *et al.* 1998; Haines *et al.* 1998).

Riset telah sering melaporkan bahwa pemaparan terhadap kebisingan menghasilkan campuran antara dampak positif maupun negatif pada 'uji performa', termasuk keawasan, pengumpulan informasi dan proses analitikal

kemampuan yang digambarkan pada literatur sebagai bagian yang paling sering terpengaruh pada kebisingan, bahkan ketika distraksi sudah menjadi familiar. Aktivitas keawasan tidaklah repetitif, membutuhkan keputusan yang cepat dan akurat. Oleh karena itu, aktivitas ini lebih sering dipengaruhi oleh distraksi daripada aktivitas lainnya. Karena dampak pada kewaspadaan dan akurasi pada serangkaian reaksi terus menerus, diusulkan bahwa kecelakaan akan menjadi indikator yang lebih cocok pada dampak kebisingan (Smith 1990).

Mengemudi adalah proses pencarian aktif melalui informasi yang dipilih dan ditransformasikan. Pengguna jalan diarahkan dalam perjalanannya melalui berbagai rangsangan yang utamanya adalah visual. Mereka harus membuat pilihan berdasarkan stimulus yang akan menentukan tindakan mereka. Dengan konsep ini, pengemudi dianggap sebagai prosesor informasi. Bagaimanapun, manusia adalah makhluk yang mempunyai kapasitas terbatas, oleh karena itu, kita hanya dapat memproses *sensory information* yang terbatas pada waktu tertentu. *Driver inattention* atau ketidakawasan pengemudi mewakili salah satu dari penyebab utama yang menyebabkan kecelakaan (*Human Factor of Visual and Cognitive Performance on Driving*).

Jalanan di area urban merupakan lingkungan yang berbahaya. Lingkungan di mana pengendara menghabiskan sebagian besar dari waktu mereka di tempat yang terpolusi, berisik dan berbahaya. Mereka tidak mempunyai kontrol terhadap keadaan lingkungan dan mau tidak mau harus melakukan aktivitas mengemudi yang membutuhkan konsentrasi di dalam lingkungan yang tidak kondusif. Pengendara terekspos bising dan getaran secara konstan baik dari kendaraan sendiri maupun kendaraan lain.

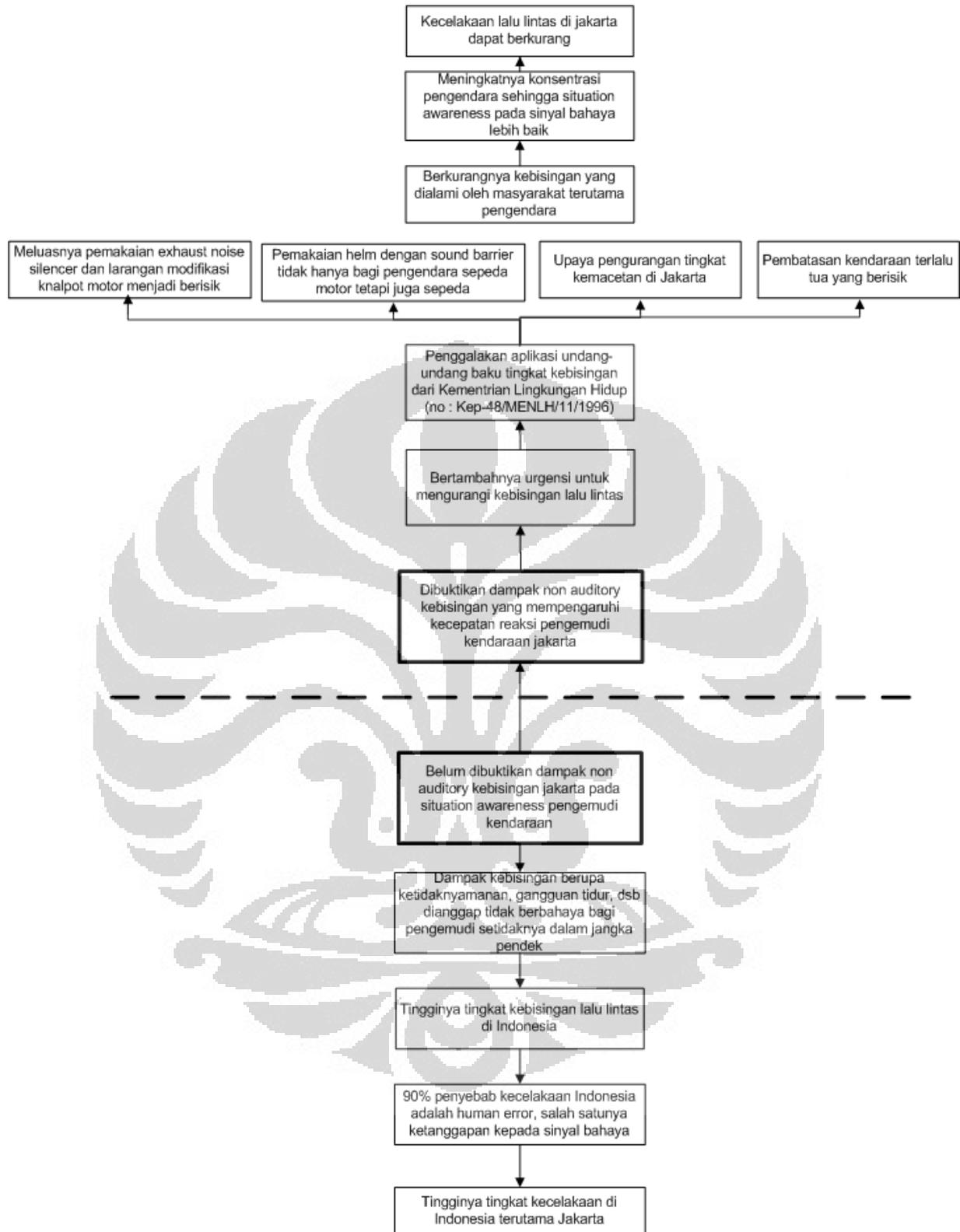
Menurut Pusat Statistik Nasional Amerika Serikat (National Center for Statistic) pada tahun 2006, lebih dari enam juta tabrakan kendaraan bermotor terjadi dan menghasilkan 42.642 kematian dan sekitar 2,6 juta luka-luka. Kebanyakan dari tabrakan dihasilkan dari ketidaksesuaian antara perhatian dan kemampuan perseptual dari pengendara dan kemampuan yang dibutuhkan dalam lingkungan mengemudi.

Studi naturalistik terbaru memonitor 100 pengendara di dalam kendaraannya selama satu tahun dan menemukan bahwa sekitar 85 % dari tabrakan dan hampir kecelakaan terjadi karena kegagalan untuk berkonsentrasi, termasuk akibat fatig dan distraksi (Klauer et al. 2006). Welford (1980) and Broadbent (1971) mereview penelitian yang menunjukkan bahwa distraksi akan meningkatkan *reaction time*. Trimmel and Poelzl (2006) menemukan bahwa bising memperpanjang *reaction time* dengan mencegah kinerja beberapa bagian dari cerebral cortex.

Data pada penelitian mengenai dampak kebisingan pada kecelakaan sangat jarang, salah satu studi menunjukkan bahwa tingkat kecelakaan lebih tinggi di tempat yang berisik (Raytheon Service Co., 1972) dan studi lebih awal menunjukkan peningkatan pada error (Broadbent & Little, 1960). Beberapa peneliti menyebutkan bahwa semakin tinggi keawasan akan menghasilkan perbaikan saat mengendara (S. Konz and D. McDougal).

Jumlah kecelakaan di DKI Jakarta pada tahun 2008 berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Indonesia adalah 59.164 orang dan 20.188 orang di antaranya meninggal dunia. Data kecelakaan di Kepolisian Indonesia, tingkat kecelakaan tertinggi adalah pada pengendara roda dua dan tiga yakni sebesar 61 persen, diikuti oleh pejalan kaki dan sepeda masing-masing sebesar 15 persen dan 13 %. Kelompok ini adalah kelompok pengguna jalan yang tidak mendapatkan perlindungan dari filter kebisingan, tidak seperti pengendara yang berada dalam lingkungan berpendingin udara dan tertutup rapat dari polusi di sekitar. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa 93 % penyebab kecelakaan di Indonesia berasal dari kesalahan manusia (Sutanto Soehodho, 2009).

Peninjauan terhadap dampak kebisingan pada keawasan pengendara yang menjadi faktor utama kecelakaan lalu lintas dapat menghasilkan data lokal yang nyata untuk perencanaan aksi dan kontrol kebisingan melalui penggalakan undang-undang. Dampak kebisingan terhadap keawasan pengendara perlu diteliti lebih lanjut mengingat sumber utamanya, yaitu kendaraan bermotor yang jumlahnya cenderung meningkat dari tahun ke tahun, selama sistem transportasi umum yang efektif belum terwujud.



Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah

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 keawasan. Hal ini perlu dilakukan terkait kurangnya keawasan yang menjadi penyebab utama kecelakaan lalu lintas dipengaruhi oleh distraksi-distraksi, salah satunya yang berasal dari lingkungan yakni kebisingan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan berupa output yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk memperoleh pembuktian secara ilmiah bahwa tingkat kebisingan setara dengan kebisingan Jakarta telah mempengaruhi keawasan pengendara secara negatif.

Diharapkan hasilnya dapat dijadikan salah satu dasar untuk menggalakkan penerapan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. Kep-48/MENLH/11/1996 dalam mengurangi kebisingan dan dengan demikian dapat berkontribusi dalam mengurangi terjadinya kecelakaan lalu lintas.

Tujuan ini dicapai dengan membuktikan hipotesis :

1. Terdapat perbedaan signifikan nilai rata-rata *choice reaction time* yang merepresentasikan keawasan pada berbagai tingkat kebisingan eksperimental setara dengan kebisingan lalu lintas Jakarta dibandingkan dengan kebisingan kontrol pada 0 dB dan ruangan.
2. Hubungan dari peningkatan intensitas kebisingan (dB) berbanding lurus dengan peningkatan *choice reaction time*

Dengan melihat tren dari *choice reaction time* 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* 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* 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.
3. Faktor lain seperti kesehatan fisik, indeks masa tubuh, lama kerja dan pendidikan juga dirandomisasi sehingga tidak ada perbedaan signifikan antar kelompok eksperimen. Penelitian pada subjek dengan jenis kelamin laki-laki dan golongan umur 19-38 tahun.
4. Pembuktian ini berlaku untuk level kebisingan Jakarta setelah tahun 2004 karena data yang dipakai berasal dari penelitian Puslitbang Departemen Kesehatan Indonesia (2004) yakni pada rata-rata 78,85 dB, dengan nilai minimal 76,3 dBA di bekasi dan maksimum 83,1 dBA di Jakarta Barat. Mengingat kebisingan meningkat seiring dengan peningkatan populasi, jumlah kendaraan dan kemacetan, maka apabila penelitian dapat dibuktikan signifikan pada tingkat kebisingan pada tahun 2004, maka pada tahun 2011 yang lebih tinggi tingkat kebisingannya dapat dipastikan signifikan juga sesuai dengan tren yang dihipotesiskan.

5. Performa keawasan pengendara dapat diukur oleh *choice reaction time* karena *choice reaction time* meliputi *signal discrimination* (sensasi, persepsi, keawasan dan pemilihan respons), pergerakan motorik dan response dari peralatan.
6. *Visual signal response* dalam lalu lintas yang dimaksud adalah respons pada tampak orthogonal lampu lalu lintas, lampu sen dan rem kendaraan lain, kaca spion, papan informasi lalu lintas, dan sebagainya.
7. Standard kebisingan yang digunakan adalah Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no. Kep- 48/MENLH/11/1996.
8. Kriteria pengguna lalu lintas yang digunakan hanya pada dua karakter, yakni pengendara komuter yang diasumsikan rata-rata menghabiskan dua jam sekali perjalanan dan masyarakat yang profesinya supir di mana rata-rata menghabiskan delapan jam di perjalanan.
9. Pemecahan masalah dibatasi hanya sampai memberikan pembuktian bahwa tingkat kebisingan Jakarta telah berada pada tahapan yang dapat mempengaruhi keawasan pengendara secara negatif.

1.6 Metodologi Penelitian

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

1. Pendahuluan

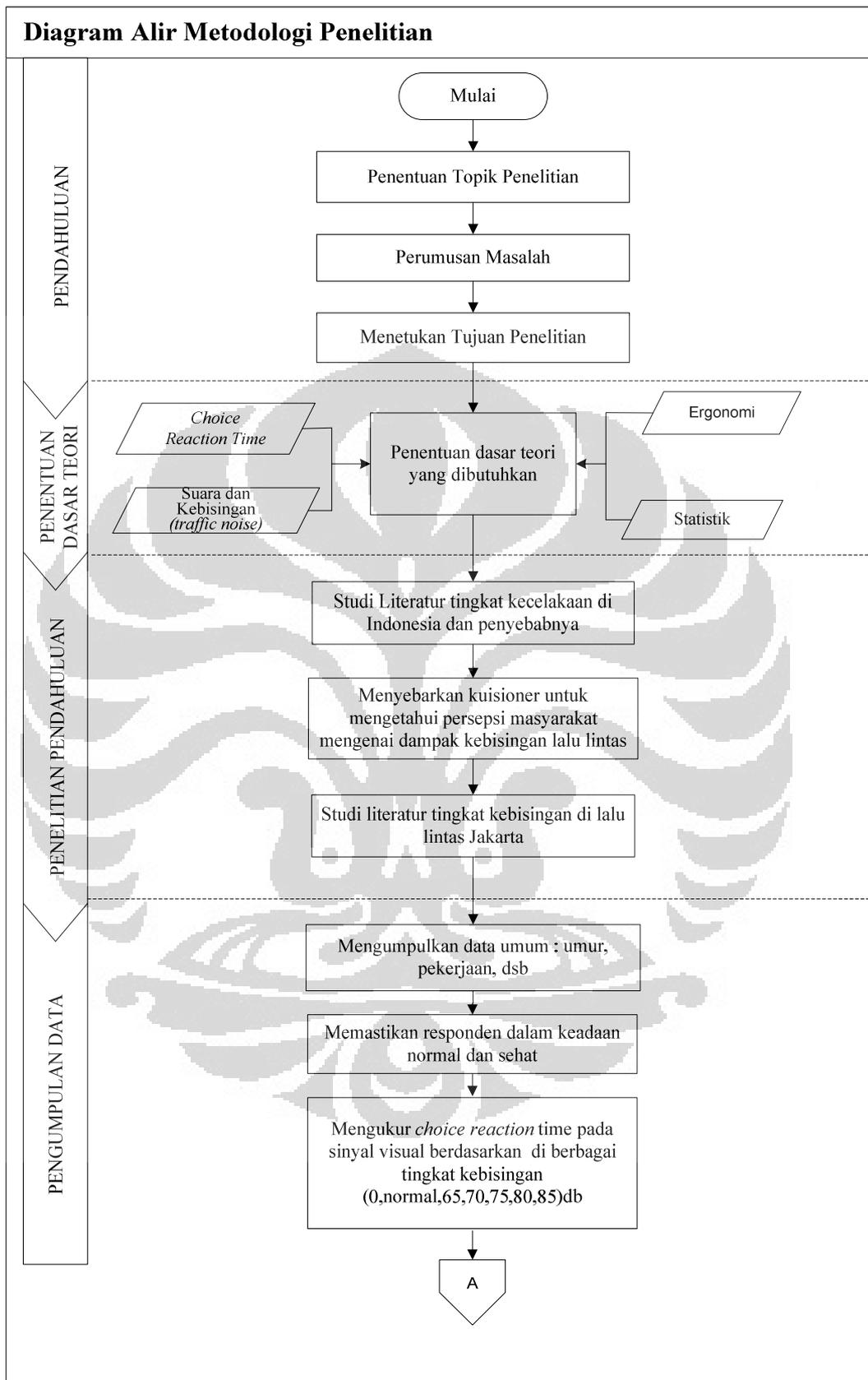
Adapun topik dalam penelitian ini adalah Studi Laboratorium : Dampak Tingkat Kebisingan Lalu Lintas di Jakarta pada Keawasan Pengendara Kendaraan Bermotor terhadap Sinyal Visual

2. Penentuan landasan teori

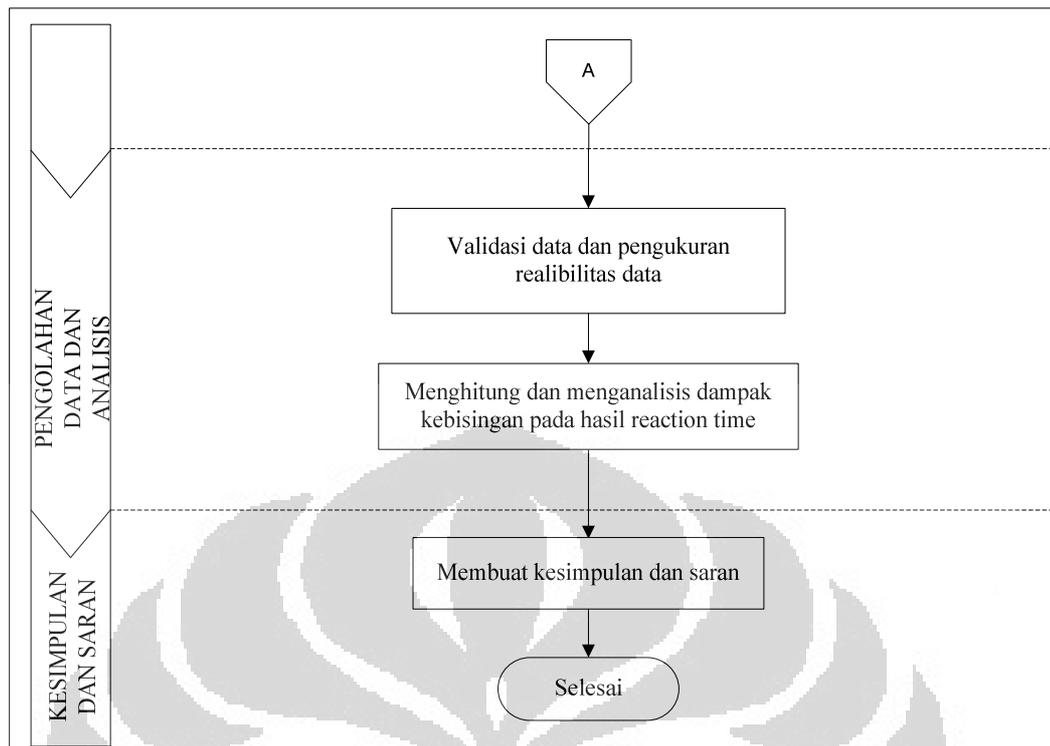
Tahap selanjutnya adalah menentukan landasan teori yang berhubungan dengan topik sebagai dasar dalam pelaksanaan penelitian. Landasan teori ini kemudian akan dijadikan acuan dalam pelaksanaan penelitian ini. Adapun landasan teori yang terkait antara lain adalah:

- a. Ergonomi
- b. Suara dan Kebisingan

- c. Choice Reaction Time
 - d. Statistik Eksperimental
3. Penelitian pendahuluan
- Sebelum melakukan pengumpulan data, terlebih dahulu dilakukan penelitian literatur pendahuluan diantaranya mengenai:
- a. Tingkat kebisingan Jakarta dan sekitarnya.
 - b. Tingkat kecelakaan di Indonesia dan penyebabnya.
 - c. Lama waktu pengguna jalan di Jakarta baik untuk komuter dan profesi supir.
4. Pengumpulan data
- Tahap-tahap pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:
- a. Mengumpulkan data umum sebelum pengukuran (pekerjaan, umur, status pernikahan, pendidikan, 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, ruangan, 70 dB, 75 dB, 80 dB, 85 dB.
5. 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, ruangan, 70 dB, 75 dB, 80 dB, 85 dB selama 15 menit menjadi tingkat kebisingan ekuivalen pada durasi waktu pajanan pengguna jalan lalu lintas Jakarta.
 - c. Menghitung dan menganalisis perbedaan rata-rata *choice reaction time* antar kelompok pajanan kebisingan serta tren hubungan antara peningkatan kebisingan terhadap *choice reaction time*.



Gambar 1.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian



Gambar 1.3 Diagram Alir Metodologi Penelitian (sambungan)

6. Kesimpulan dan saran

Pada tahapan terakhir ini akan dihasilkan kesimpulan mengenai dampak kebisingan pada tingkat kebisingan lalu lintas Jakarta pada kawasan pengendara dan tren dari hubungan kenaikan tingkat kebisingan kepada *choice reaction time* yang merepresentasikan keawasan pengendara.

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*.

Bab 3 mengenai pengumpulan data. Pada bab ini akan disajikan kumpulan data yang menunjang penelitian, diantaranya adalah data deskripsi responden berupa umur, pekerjaan, berat badan, tinggi badan, tekanan darah, status pernikahan dan sebagainya. Kemudian dilanjutkan dengan tahapan pengambilan data *choice reaction time* 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* 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*.

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

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 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 mengoptimalkan 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 apatisisme.

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 anthropometri, 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).

2.2 Suara dan Kebisingan

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. Oleh karena itu, 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. 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).

2.2.1 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).

2.2.1.1 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*).

2.2.1.2 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/m^2)

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 10^6 x Intensitas kebisingan standard.

Tabel 2.1 Skala intensitas Kebisingan

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

Sumber: Teknik Tata Cara Kerja, 1979

2.2.2 Kebisingan

2.2.2.1 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:

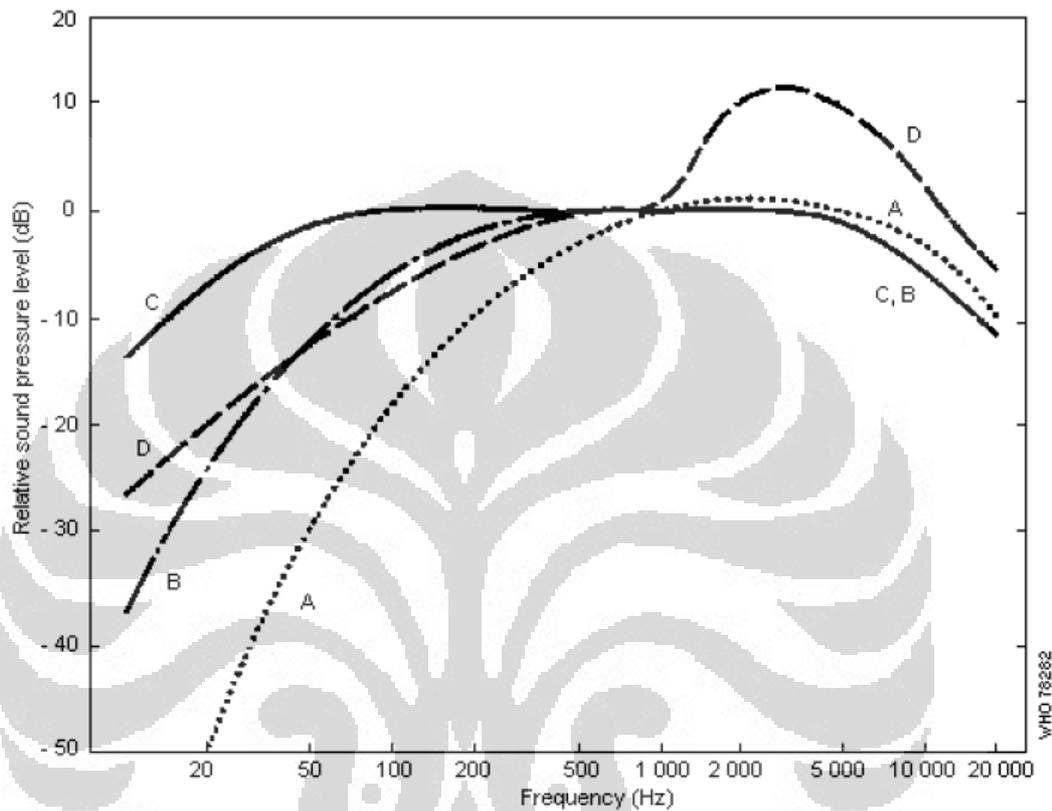
- a. Kebisingan yang kontinu dengan spectrum frekuensi yang luas (*steady, state, wide band noise*), misalnya mesin-mesin, kipas angin, dapur pijar, dan lain-lain.
- b. Kebisingan kontinu dengan spectrum frekuensi sempit (*steady state, narrow band noise*), misalnya gergaji serkuler, katup gas, dan lain-lain.
- 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

2.2.2.2 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 instensitas yang lebih tinggi.

2.2.2.3 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 2.1 Karakteristik Respon Relatif dari Skala Level Suara A, B dan C serta Ambang Batas dari Telinga Manusia

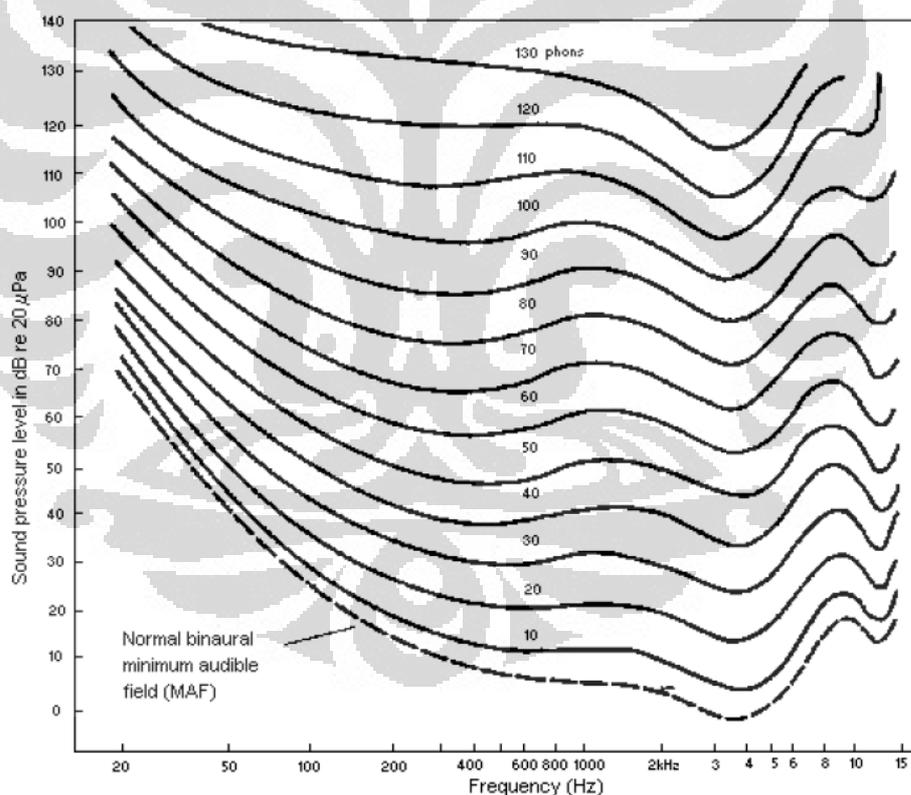
Sumber: IEC, 1973a, 1973b pada *Environmental health criteria - noise*. 1980, <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc012.htm>

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 dilingkungan 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.

2.2.2.4 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 2.2 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 subyektif, 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 30 *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).

2.2.3 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.

2.2.3.1 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. Lingkungana Kegiatan	
1. Ruma 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

2.2.3.2 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

2.2.3.3 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.

2.2.3.4 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).

2.2.4 Pengukuran Pajanan Suara

Hingga saat ini berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan pengukuran pajanan suara yang dapat merepresentasikan banyaknya faktor

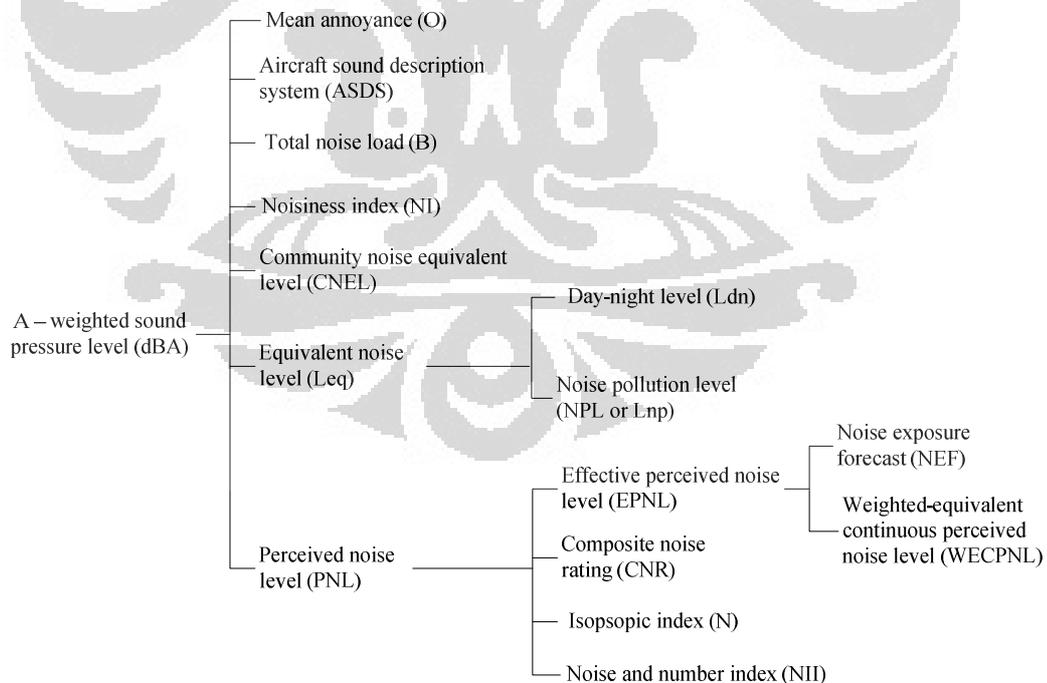
akustik penting dan beberapa faktor non-akustik yang mempengaruhi gangguan suara (tabel 2.3). Sperry (1978) telah mendata 13 pengukuran yang berbeda dimana pengukuran ini telah banyak digunakan di seluruh dunia untuk pengukuran pajanan kebisingan (Sanders dan McCormick, 1993).

Tabel 2.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Gangguan Kualitas Suara

Acoustic factors	Nonacoustic 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 2.3 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 2.3 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.

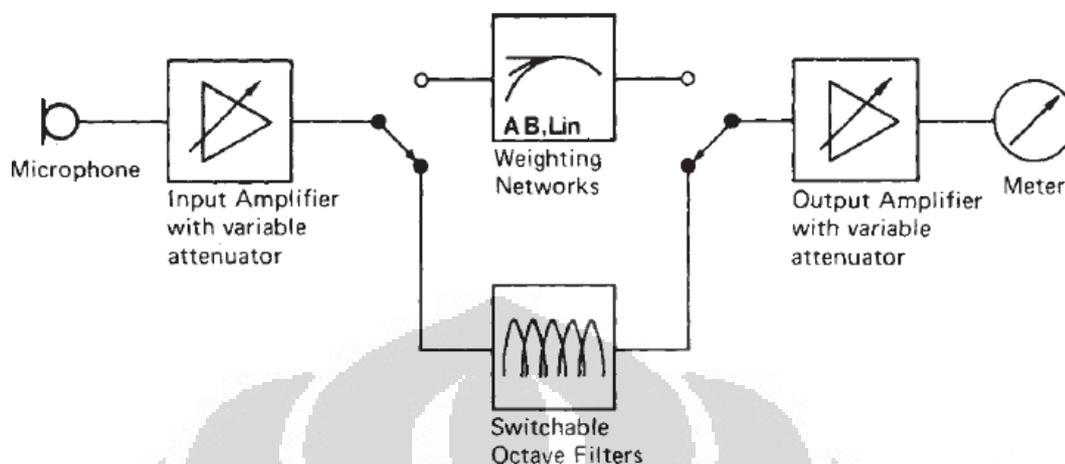
Dampak dari kombinasi terjadinya kebisingan berkaitan dengan kombinasi dari energi suara dari kejadian-kejadian tersebut (prinsip persamaan energi). Jumlah total dari energi setelah suatu periode waktu akan sama dengan rata-rata energi suara itu. Oleh karena itu $L_{Aeq,T}$ adalah energi rata-rata dari 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 bisung, 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 “**Soundlevel Meter**”. Alat ini dilengkapi oleh sistem kalibrasi dan dapat mengukur kebisingan diantara 30 –

130 dB dan frekuensi dari 20 – 20.000 Hz. Cara kerjanya dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 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.

2.3 *Reaction Time*

Reaction Time (RT) atau disebut juga waktu response adalah sebuah metode paling sederhana dan kemungkinan besar paling luas digunakan untuk mengukur respons behavioral dalam satuan waktu dari tampilan tugas yang diberikan sampai penyelesaiannya. Metode kronometrik yang menggunakan hasil RT memainkan peranan penting dalam menyediakan data dengan model terkonstrain kemampuan kognitif manusia bagi peneliti di bidang psikologi dan bidang lain yang terkait dengan manusia (Baayen, R.H., Milin, P., 2010).

Pada tahun 1868, F.C Donders melakukan eksperimen perintis menggunakan RT sebagai pengukuran pada respons behavioral dan membuktikan keberadaan dari tiga jenis RT yang dibedakan berdasarkan panjang respons (Donders, 1868). Sejak saat ini para ilmuwan menyetujui bahwa ada tiga jenis RT (Luce, 1968):

a. *Simple Reaction Time*

Diperoleh dari tugas eksperimental di mana subjek merespons kepada stimulus berupa cahaya, suara dan sebagainya.

b. *Choice Reaction Time*

Ketika subjek harus memilih respons dari satu paket respons yang mungkin, misalnya dengan memilih sebuah angka sesuai perintah yang muncul di layar.

c. *Recognition*

Didapatkan dari pemberian dua jenis stimuli di mana salah satu adalah stimulus yang harus direspons subyek dan yang lainnya harus diabaikan

Sebagai tambahan banyak RT lainnya dengan mengkombinasikan tiga dasar tugas eksperimental. Misalnya, *discrimination-RT* didapatkan ketika subjek harus membandingkan antara pasangan yang ditampilkan secara simultan dan diminta untuk menekan salah satu dari tombol respons. RT jenis ini adalah kombinasi dari *choice* dan *recognition*. Sama halnya juga dengan *decision-RT* adalah perpaduan dari simple dan choice di mana mempunyai satu stimulus pada satu waktu tetapi mempunyai kemungkinan respons yang mungkin sebanyak jenis stimulus.

2.3.1 Komponen *Reaction Time*

Saat seseorang merespons kepada sesuatu yang dia dengar, lihat atau rasa, total *reaction time* dapat dibagi menjadi komponen yang berurutan (Green, M. 2009).

2.3.1.1 Mental Processing Time

Merupakan waktu yang diperlukan responden untuk menyadari bahwa ada sinyal dan memutuskan untuk memberikan respons. Misalnya, waktu yang diperlukan bagi pengendara untuk mendeteksi bahwa ada pejalan kaki yang menyeberang jalan di depannya dan memutuskan bahwa harus menginjak rem. Tahapan *mental processing time* sendiri dibagi menjadi empat sub tahap :

- a. Sensasi : waktu yang diperlukan untuk mendeteksi input sensori dari sebuah objek (“Ada sebuah tanda di jalan”). Di saat semua benda terlihat sama, *reaction time* menurun seiring dengan intensitas sinyal yang lebih tinggi (kontras, terang, ukuran, kerasnya suara, dan sebagainya), sudut pandang ‘foveal’ dan kondisi jarak penglihatan yang lebih baik. *Reaction time* terbaik juga lebih cepat pada sinyal auditori daripada sinyal visual.
- b. Persepsi : waktu yang diperlukan untuk menyadari makna dari sensasi. Hal ini memerlukan aplikasi informasi dari memori untuk menginterpretasikan input sensori. Dalam beberapa kasus misalnya ‘*automatic response*’, tahapan ini sangat cepat. Contoh lainnya yaitu ‘*controlled response*’ memerlukan waktu. Secara umum, inout baru memperlambat respons, seperti juga rendahnya probabilitas sinyal, ketidakpastian (lokasi sinyal, waktu, atau bentuk) dan kejutan.

- c. *Situational Awareness* : waktu yang dibutuhkan untuk menyadari dan menginterpretasikan penglihatan, menyaring maksudnya dan kemungkinan ekstrapolasi di masa depan. Contohnya, sekali pengemudi menyadari pejalan kaki di jalan dan mengkombinasikan persepsi tersebut dengan pengetahuan akan kecepatan dan jaraknya ia akan menyadari apa yang akan terjadi kemudian jika mobil menuju pejalan kaki dan mungkin mengakibatkan tabrakan kecuali tindakan pencegahan diambil. Seiring dengan persepsi, hal baru akan memperlambat proses mentalnya. Pemilihan dari skema memori yang salah juga dapat mengakibatkan kesalahan interpretasi.
- d. Pemilihan respons : waktu yang dibutuhkan untuk memutuskan respons mana yang akan dipilih dan memprogram gerakannya secara mental. Pemilihan respons akan melambat pada *choice reaction time* di saat terdapat banyak pilihan sinyal. Sebaliknya, latihan akan mengurangi waktu yang diperlukan. Akhirnya, studio elektrofisiologikal menunjukkan bahwa kebanyakan orang menunjukkan potensi persiapan gerakan otot sebelum gerakan yang sebenarnya. Dengan kata lain, keputusan untuk merespons sebenarnya terjadi lebih cepat daripada respons terekam yang bisa diobservasi dan diukur.

Ke empat tahapan ini biasanya digabungkan bersama sebagai '*perception time*', istilah yang kurang tepat sebab pemilihan respons dan beberapa aspek *situational awareness* merupakan keputusan, bukan persepsi.

2.3.1.2 Waktu Pergerakan

Setiap respons dipilih, responden harus menampilkan gerakan otot yang dibutuhkan. Misalnya, waktu untuk mengangkat kaki dari pedal gas dan memindahkannya pada rem. Beberapa faktor mempengaruhi waktu pergerakan. Secara umum, gerakan yang semakin kompleks membutuhkan waktu pergerakan yang semakin lama dan latihan akan mempercepat waktu pergerakan. Hukum Yerkes-Dodson mengatakan bahwa kenaikan emosional tinggi yang mungkin

diakibatkan keadaan darurat akan mempercepat gerakan motorik tetapi akan berakibat pada kegagalan beberapa detail gerakan.

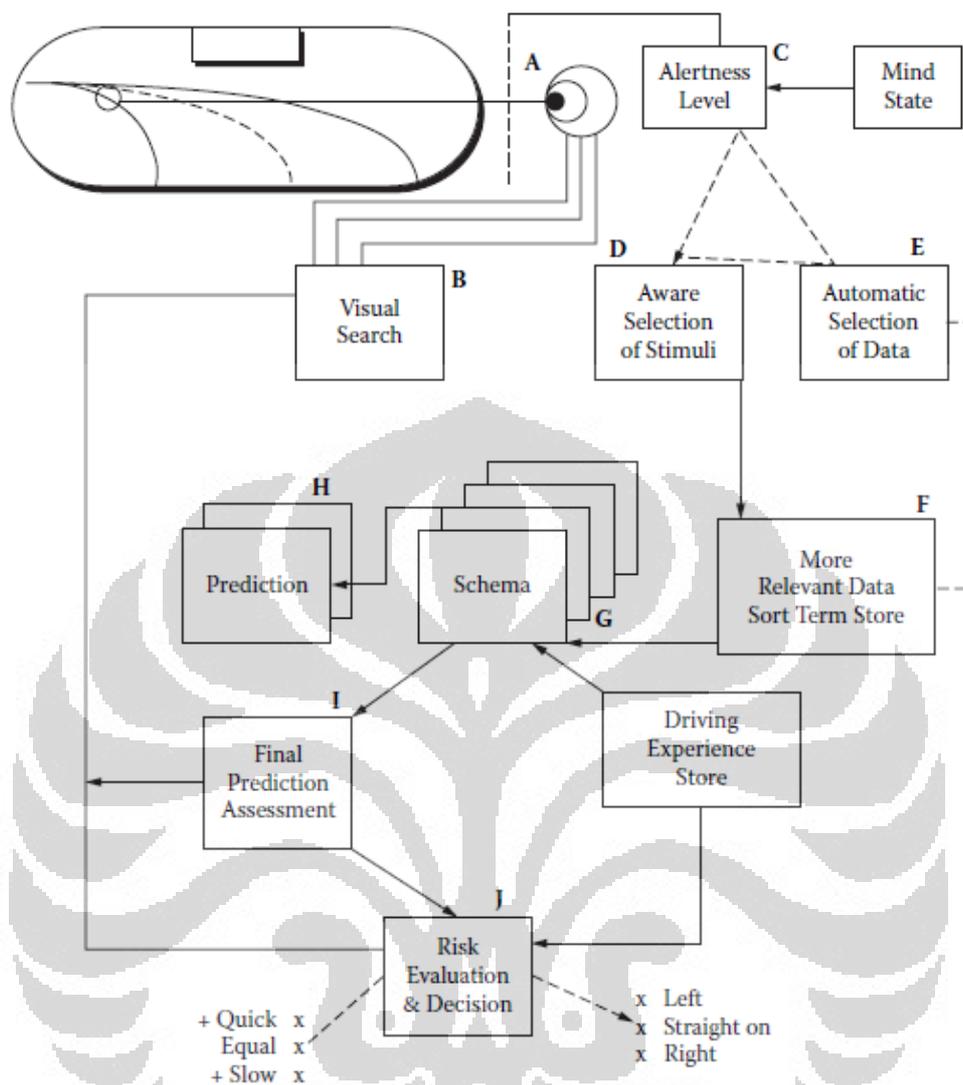
2.3.1.3 Device Response Time

Peralatan mekanikal membutuhkan waktu untuk bekerja, meski setelah responden telah melakukannya. Misalnya ketika pengendara menginjak rem, tidak berarti mobil akan langsung berhenti. Melainkan, penghentian adalah fungsi dari gaya fisika, gravitasi dan gesekan. Pada kasus 'pengereman mobil' hampir setengah dari jarak dihasilkan dari *reaction time* pengemudi. Ini adalah salah satu alasan bahwa merupakan hal yang vital untuk memiliki estimasi yang baik pada kecepatan respons manusia.

Keseluruhan tahapan ini dihubungkan pada diagram persepsi pengemudi dan proses pengambilan keputusan di gambar 2.6 dengan jelas mengenai bagaimana tahapan pengambilan keputusan pengendara dimulai dari tahap alertness sampai tahap pengambilan keputusan.

2.3.2 Waktu Reaksi Pengendara

Manual pelatihan pengemudi secara umum menyarankan waktu reaksi pengemudi berada di sekitar 1 detik dengan rentang berkisar antar 0,5 detik sampai 2 detik. Diketahui juga bahwa pengemudi menggunakan informasi yang ada di depan mereka di jalan dimana hal ini menurunkan kebutuhan untuk membuat respons yang sangat cepat dan memungkinkan untuk perencanaan ke depan. Sebagai contoh, Greenshields (1961) telah memperkirakan bahwa jarak waktu pada suatu keadaan mulai mempengaruhi pengendara mungkin bervariasi dari 20 detik ke atas di jalan tol dan antara dua sampai tiga detik di kota. Jarak pandang yang lebih panjang memberikan lebih banyak waktu bagi pengemudi untuk merencanakan dan bereaksi, dengan informasi yang dapat digunakan. Untuk kendali kendaraan yang lebih tepat, pengemudi juga cenderung untuk melihat jauh ke depan (McLean and Hoffmann, 1970; Triggs, 1980).



Gambar 2.5 Diagram Persepsi Pengemudi dan Proses Pengambilan Keputusan
(Sumber : Moore, R.L. (1969). Some human factors affecting the design of vehicles and roads. *Journal of the Institute of Highway Engineers*, 16, 13–22.)

2.3.2.1 Studi Laboratorium Waktu Reaksi

Waktu reaksi telah sering digunakan untuk mengevaluasi tampilan rambu lalu lintas di dalam laboratorium. Pengukuran labotarium ini telah ditemukan berkorelasi signifikan dengan pengukuran di jalan pada jarak rambu yang mudah dibaca (Dewar, Ells and Mundy, 1976). Hasil korelasional seperti ini telah menambah kredibilitas pada pengukuran laboratorium pada *reaction time* sebagai pengukuran valid pada persepsi rambu lalu lintas.

Di dalam sebuah penelitian menggunakan kendaraan eksperimental pada trek uji untuk menentukan kemampuan untuk berhenti, Norman (1953) menemukan bahwa 95 % dari responden memiliki waktu reaksi kurang dari satu detik. Responden berusia muda dan sangat awas, dan harus bereaksi secepat mungkin pada ban yang terletak di depan jalur kendaraan mereka. Hal ini berarti reaksi dapat dilakukan dengan keawasan penuh dengan respons yang diperlukan meliputi ketidakpastian sementara yang minimal.

Jenis respons seperti ini dapat diambil untuk mewakili komponen “waktu reaksi” dari “waktu reaksi perseptual” yang diadopsikan di dalam desain geometri jalan oleh insinyur lalu lintas (AASHO, 1940, 1954, 1965, 1971; AASHTO, 1966, 1973). Biasanya angka yang diadopsi untuk standar waktu reaksi adalah 1 detik terkait dengan penelitian dari Normann.

Penelitian menemukan bahwa waktu reaksi minimal adalah 0,81 detik. Webster and Ellson (1965) juga mengadakan percobaan yang sangat mirip dengan hasil yang hampir identik. Waktu reaksi minimum secara umum didapatkan ketika pengendara berada di sekitar “zona dilema”.

2.3.2.2 Hubungan antara waktu reaksi dan kecelakaan

Beberapa penelitian telah membuat publikasi terkait level waktu reaksi dan polanya pada tingkat kecelakaan pengemudi. Biasanya penelitian ini mengidentifikasi sekelompok pengemudi dengan berbagai level kecelakaan yang berbeda kemudian mengevaluasi karakteristik performa masing-masing kelompok. Di dalam eksperimen, Currie (1969) menemukan bahwa pengendara tanpa pengalaman kecelakaan mendeteksi bahaya lebih cepat daripada pengendara dengan keterlibatan pada kecelakaan.

Fergenson (1971) mengukur waktu pengambilan keputusan di laboratorium dengan merekam perbedaan dari waktu reaksi antara *three-choice reaction time* dengan *simple reaction time*. Subjek dibagi menjadi empat kelompok yakni kecelakaan nol dan pelanggaran nol, kecelakaan tinggi dan pelanggaran nol, kecelakaan nol dan pelanggaran tinggi, kecelakaan tinggi dan pelanggaran tinggi. Responden diinstruksikan untuk membuat response pengereman saat lampu merah dihadirkan. Setiap subjek selama mengemudi

menerima lima puluh tampilan sinyal yang didistribusikan secara acak dengan rata-rata satu kali setiap 2,4 menit. Total 2500 observasi dikumpulkan. Dua pengamat dihadirkan di dalam mobil selama periode eksperimen dan peralatan tampak pada subjek yang sadar penuh pada tujuan studi. Waktu reaksi yang dikumpulkan berkisar antar 0,47 detik sampai 2,20 detik. Keseluruhan rata-rata adalah 0,71 detik dengan standard deviasi 0,16. Allen Corporation mendapatkan waktu response 1,45 detik untuk keadaan konvensional dan 1,10 detik untuk keadaan darurat. Perbedaan ini signifikan secara statistik.

Waktu reaksi memiliki relevansi langsung pada kegiatan pengemudi secara kecepatan respons memegang peranan penting di dalam keputusan perseptual yang diambil pengendara. Selain itu, data waktu reaksi dapat diterjemahkan dengan mudah pada jarak pemberhentian. Sejahter keselamatan lalu lintas menjadi perhatian, performa pengereman dan karakteristik perlambatan dari kendaraan menjadi penting. Alasan dasar mengapa waktu reaksi menjadi penting pada terjadinya kecelakaan karena waktu reaksi yang lambat pada kejadian selama sedang mengendalikan kendaraan berbahaya pada konteks objek yang bergerak. Sebagai contoh, apabila kendaraan bergerak pada kecepatan 24 meter tiap detiknya, hal ini berarti setiap 0,2 dari waktu bernilai 5 meter dari pergerakan di mana hal ini bisa menjadi sangat krusial apabila sedang ingin menghindari halangan di depan. (Green, 2009)

2.3.2.3 Faktor yang mempengaruhi waktu reaksi pengendara

Kecepatan respons bergantung pada beberapa faktor sehingga tidak ada mungkin satu nilai waktu reaksi yang universal. Berikut ini adalah daftar beberapa faktor yang mempengaruhi waktu reaksi pada pengendara. Pada semua kasus, waktu diasumsikan pada siang hari dan memiliki kondisi pencahayaan yang baik (Green, 2009)

a. Urgency

Orang menginjak rem lebih cepat ketika terdapat urgensi yang tinggi, ketika waktu untuk sampai pada tabrakan lebih pendek. Biasanya saat waktu rem terjadi pada urgensi yang lebih tinggi lagi, pada beberapa

situasi waktu reaksi dapat menjadi sangat lama di saat '*time-to-collision*' sangat pendek.

b. Cognitive Load

Di saat permasalahan mengemudi atau lainnya menghabiskan atensi pengemudi, maka waktu untuk melakukan sesuatu menjadi lebih lama.

c. Psychological Refractory Period

Mengikuti sebuah respons, orang menampilkan periode "*psychological refractory*." Selama periode ini, respons baru yang dibuatkan lebih lama jika tidak ada kebiasaan sebelumnya. Misalnya apabila pengemudi tiba-tiba membanting setir ke kiri lalu ke kanan, maka setir ke kanan akan lebih lambat karena langsung mengikuti setir kiri.

d. Age

Kebanyakan paling dasar menemukan bahwa orang tua merespons lebih lambat daripada yang lebih muda, meskipun demikian ada juga beberapa studi yang juga mengatakan bahwa tidak ada perlambatan dalam waktu reaksi terkait dengan umur.

e. Gender

Beberapa studi menunjukkan bahwa waktu reaksi wanita cenderung lebih rendah daripada laki-laki.

f. Visibility

Waktu reaksi meningkat dalam visibilitas yang buruk. Kontras yang rendah, tampilan perifer, cuaca buruk, dan sebagainya akan memperlambat respons. Selain itu, hampir semua penelitian waktu reaksi telah dilakukan di pencahayaan yang tinggi, kondisi visibilitas photopic. Pada malam hari di daerah perkotaan, penglihatan beroperasi dalam kisaran mesopic, sehingga ada aktivasi campuran batang-kerucut. Beberapa data yang ada menunjukkan bahwa waktu reaksi meningkat ketika sel batang menjadi fotoreseptor primer.

Di sisi lain, ada beberapa situasi di mana respon menjadi lebih cepat dalam cahaya rendah. Sebagai contoh, sumber cahaya, seperti sinyal

persimpangan rel-jalan raya lampu rem, menghasilkan waktu reaksi yang lebih baik di malam hari. Dengan tidak adanya matahari atau cahaya langit untuk mendingin cahaya bohlam dan dengan latar belakang gelap, sinyal memiliki kontras tinggi dan visibilitas yang lebih besar.

g. Kompleksitas Respons

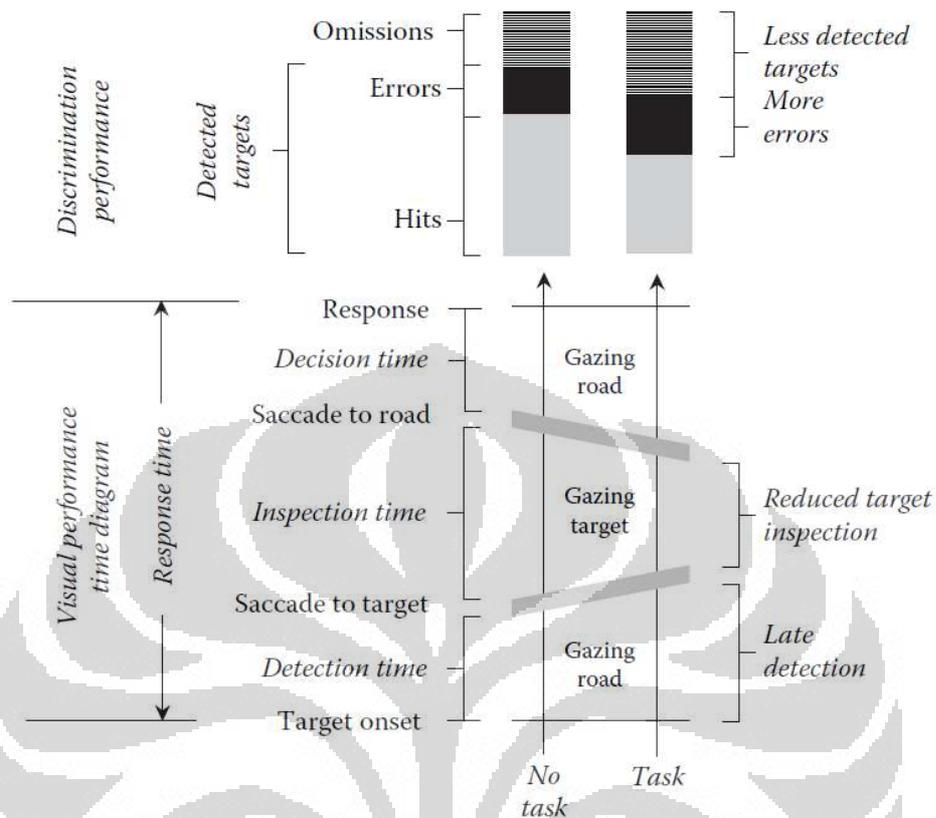
Respons otot yang lebih kompleks memakan waktu lebih lama. Sebagai contoh, pengereman membutuhkan mengangkat kaki dari pedal gas, bergerak lateral ke pedal rem dan kemudian menekannya. Hal ini jauh lebih kompleks daripada memutar roda kemudi.

2.4 Waktu Reaksi, Performa dan *Inattentional Blindness*

Beban kognitif yang tinggi juga mempengaruhi deteksi visual, diskriminasi dan kapasitas pemilihan respons (Recarte and Nunes, 2003). Gambar 5.3 menyajikan tren utama dari pencarian visual dan dampak performa karena beban kognitif. Pelemahan perseptual ini adalah mewakili contoh “*looking but not seeing*,” dan dapat dianggap sebagai kebutaan yang tidak disengaja (Mack and Rock, 1998).

Di dalam eksperimen, stimulus yang tidak dideteksi dianggap tidak error karena bukan karena mereka tidak diharapkan karena responden sadar, diinstruksikan dan dilatih untuk memberikan respons. Pentingnya keawasan terkait dengan peningkatan pencarian visual dan kemampuan mengantisipasi sebagai alat untuk mengurangi kemungkinan dari kesalahan karena distraksi tidak dapat dipungkiri (Underwood et al., 2002).

Lavie (2006), dengan sistematis memvariasikan beban perseptual dari target yang relevan dan menyimpulkan bahwa : “Kesadaran baik kebutaan yang tidak disadari dan paradigma kebutaan yang berubah, ditemukan bergantung pada hal apa yang menjadi beban perhatian utama”. Welford (1980) and Broadbent (1971) mereview penelitian yang menunjukkan bahwa distraksi akan meningkatkan *reaction time*. Trimmel and Poelzl (2006) menemukan bahwa bising memperpanjang *reaction time* dengan mencegah kinerja beberapa bagian dari cerebral cortex.

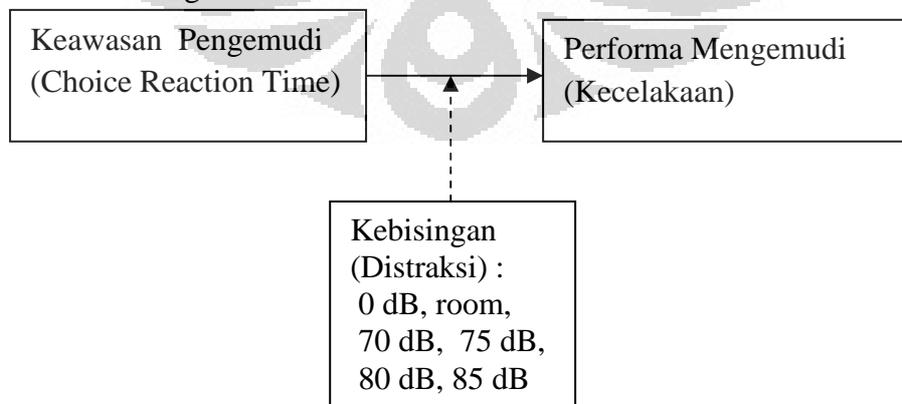


Gambar 2.6 Dampak Tugas pada Perilaku Visual (bawah) dan Performa Diskriminasi (atas)

(Sumber : Castro, Candida (2009). Human factors of visual and cognitive performance in driving, 8, 84)

2.5 Kerangka Konsep

Dari studi literatur di atas, maka apabila kita ringkas maka akan menjadi skema sebagai berikut ini :



Gambar 2.7 Kerangka Konsep Penelitian

2.6 Hipotesis Penelitian

Ho : Tidak ada perbedaan signifikan pada rata-rata choice reaction time pada berbagai pajanan kebisingan.

Ha : Terdapat perbedaan signifikan antar rata-rata choice reaction time pada berbagai pajanan kebisingan.

2.7 Statistik untuk One Factor Anova-k level

2.7.1 Uji Normal Data

Pada penelitian kali ini analisis uji normal dilakukan melalui tes Kolmogorov-Smirnov (K-S) dan Shapiro-Wilk dengan menggunakan software SPSS 13.0. Kedua uji normal ini yaitu Kolmogorov-Smirnov (K-S) maupun Shapiro-Wilk yang digunakan yaitu melalui analisis *descriptive statistics*. Adapun uji Shapiro-Wilk dianggap lebih akurat ketika jumlah sample yang dimiliki kurang dari 50. Sebagai hasilnya SPSS memberikan dua tabel sekaligus seperti ditunjukkan oleh tabel 2.9

Tabel 2.9 Contoh Hasil Uji Normal dengan *Descriptive Statistics*

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
Gerinda	.214	10	.200*	.865	10	.088

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Metode ini menyatakan bahwa data terdistribusi normal apabila nilai Signifikan Kolgomorov-Smirnov dan Shapiro-Wilk lebih besar atau sama dengan α yaitu 0.05. Uji normal dilakukan untuk mengetahui apakah data yang terkumpul dari sample yang terbatas terdistribusi normal sehingga dapat dilakukan tahap pengolahan data berikutnya menggunakan data tersebut (Shapiro, S. S. & Wilk, M. B. , 1965).

2.7.2 Uji Homogenitas Varians

Homogenitas adalah untuk mengetahui apakah varians dari sebuah populasi sama atau tidak. Di saat melakukan ANOVA, salah satu pilihan yang harus dilakukan adalah dengan melakukan uji homogenitas dari output data, disebut juga dengan Levene's Test.

- a. Apabila Levene's Test signifikan ($p < 0,05$) maka kesamaan varians tidak dapat diasumsikan, disebut heterogenitas.
- b. Jika Levene's Test tidak signifikan ($p > 0,05$) maka kesamaan varians dapat diasumsikan, disebut homogenitas.

Sebenarnya tidak terlalu bermasalah apabila data kita homogen atau heterogen karena hasil SPSS memberikan semua informasi untuk kedua situasi, varians diasumsikan sama atau tidak sama. Levene's Test dihasilkan dari '*between*' dan '*within*'.

2.7.3 Post Hoc

Untuk faktor *between-subject*, SPSS menyediakan terlalu banyak pilihan untuk Post Hoc. Ada perbedaan metode Post Hoc yang dapat dipakai tergantung dengan asumsi kesamaan variansnya (Cardinal, 2004) :

2.7.3.1 Varians Sama

- a. LSD (Least Significant Difference)
Paling kuat untuk membandingkan ketika level dari eksperimen sampai tiga, tetapi tidak baik digunakan ketika kondisi sebaliknya.
- b. Prosedur Bonferroni t
Biasanya disebut prosedur Dunn. Setiap kontras diuji dengan $\alpha = \alpha_{FW}/k$. Jadi, misalnya level percobaan kita ada empat dengan tingkat kepercayaan 0.05, maka akan diuji dengan tingkat kepercayaan $0,05/4$ untuk setiap perbandingan.
- c. Sidak (or Dunn Sidak)
Karena $\alpha_{FW} = 1 - (1 - \alpha)^k$, prosedur ini memecahkan α [$\alpha = 1 - (1 - \alpha_{FW})^{1/k}$]. Jadi kita dapat menentukan α yang kita inginkan. Sama seperti koreksi Bonferoni tetapi lebih akurat.

d. Scheffe

Mengontrol α_{FW} dan mengontrol semua kontras linear yang mungkin, tidak hanya pasangan. Sebagai konsekuensi, sangat konservatif.

e. REGWF (Ryan–Einot–Gabriel–Welsch *F-test*)

f. REGWQ (Ryan–Einot–Gabriel–Welsch)

g. SNK (Student–Newman–Keuls)

Jarang digunakan karena mempunyai kontrol α_{FW} yang buruk kecuali levelnya tiga, dimana metode ini masih dapat digunakan

h. Tukey HSD

Sama dengan SNK, kecuali α_{FW} telah diperbaiki kekuatan kontrolnya.

i. Tukey-b

j. Duncan Multiple Range Test

k. Hochberg's GT2

Varian Tukey yang kurang kuat.

l. Gabriel's pairwise comparisons test

Versi yang lebih kuat dari Hochberg ketika jumlah sel tidak sama, bisa menjadi liberal ketika jumlah sel bervariasi.

m. Waller–Duncan *t* test

Menggunakan pendekatan Bayesian. Menggunakan jumlah sampel harmonik ketika jumlah sampel tidak sama.

n. Dunnett's test for comparing treatment groups with control group

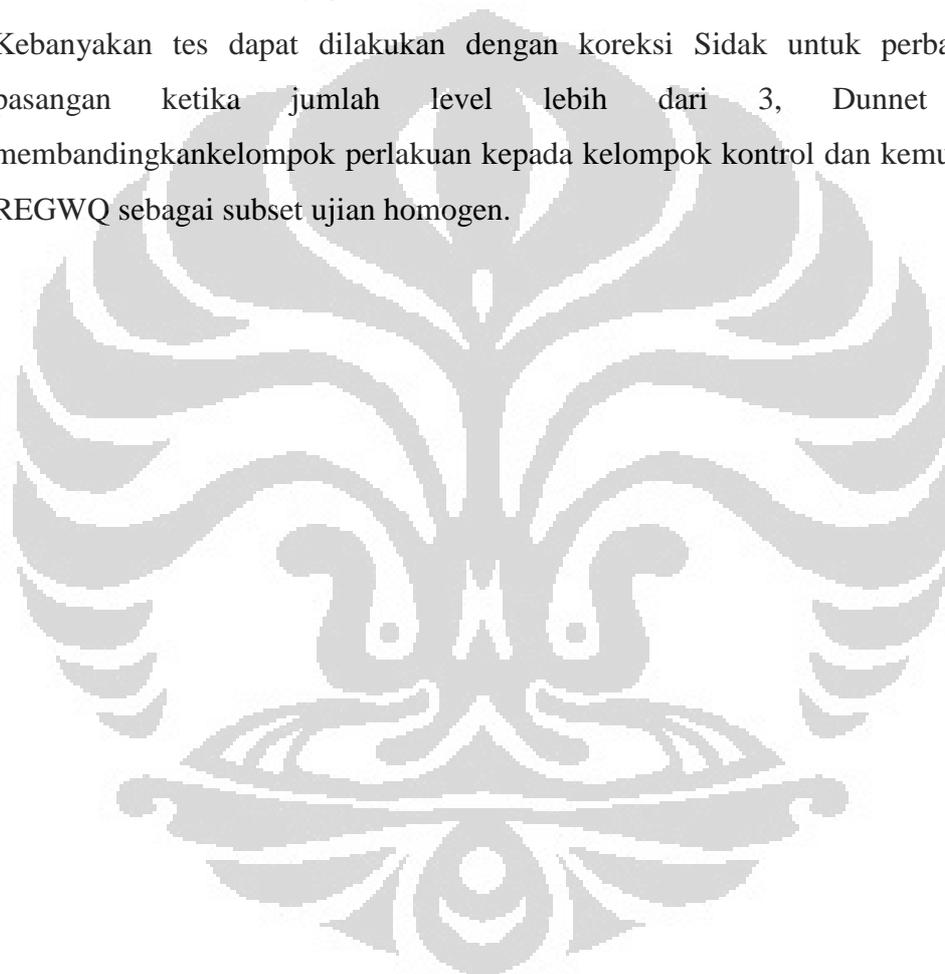
Terkadang kita tertarik untuk membandingkan masing-masing kelompok perlakuan kepada kelompok kontrol dan kurang tertarik membandingkan mereka satu sama lain. Pada kasus ini, karena tidak ada dua set dari kontras yang orthogonal maka pendekatan Bonferoni akan konservatif. Uji ini tidak memerlukan keseluruhan *F* untuk kelompok dalam keadaan signifikan karena kontrol untuk tingkat error berdiri secara independen dan menguji hipotesis yang

berbeda dari ANOVA, dengan tingkat kekuatan yang berbeda (Howell, 1997, p. 351).

2.7.3.2 Varians Tidak Sama

- a. Tamhane's T2
- b. Dunnett's T3
- c. Games-Howell
- d. Dunnett's C

Kebanyakan tes dapat dilakukan dengan koreksi Sidak untuk perbandingan pasangan ketika jumlah level lebih dari 3, Dunnett ketika membandingkan kelompok perlakuan kepada kelompok kontrol dan kemungkinan REGWQ sebagai subset ujian homogen.



BAB III

PENGUMPULAN DATA

3.1 Desain Penelitian

Penelitian akan menggunakan desain analitik eksperimental yang terdiri atas 6 kelompok, yaitu 4 kelompok eksperimen dengan pajanan kebisingan dari 70 dB, 75 dB, 80 dB dan 85 dB dan 2 kelompok kontrol yaitu pada 0 dB dan ruang secara *double blinded*. Dengan penggunaan satu faktor yang dikonsiderasi yakni pajanan kebisingan saja dan enam level maka tipe dari penelitian ini adalah *one factor anova-k level*.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Di Laboratorium Ergonomi yaitu di dalam *noise room* pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok. Eksperimen dilakukan pada hari kerja tanggal 23 Mei 2011-8 Juni 2011 bersama-sama dengan tim peneliti multi disiplin dari Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Pengambilan data kedua untuk melengkapi data-data yang gagal di ambil dilakukan pada tanggal 15 November 2011 dengan metode yang sama untuk kelompok pajanan kebisingan A.

3.3 Populasi Penelitian

Populasi penelitian adalah karyawan laki-laki yang bekerja di lingkungan kampus Depok Universitas Indonesia.

3.4 Sampel

3.3.1 Besar Sampel

Dikarenakan tidak ada ukuran universal untuk *choice reaction time* , kita tidak dapat menggunakan rumus jumlah sampel yang biasanya karena tidak mendapatkan standar deviasi. Sebagai penggantinya, digunakan tabel pemilihan jumlah sampel dengan menentukan beberapa kriteria terlebih dahulu.

Kriteria pertama yang digunakan adalah berapa level faktor yang akan digunakan. Eksperimen ini menggunakan enam level. Kemudian berapa *level of power* yang diinginkan dalam menghindari kesalahan type I dan II. *Level of power* yang diinginkan adalah 0,95 untuk $(1-\beta)$ dan 0,01 untuk α . Terakhir adalah berapa rentang standar deviasi yang akan dipakai (Δ/σ), maka berdasarkan pilihan populer diambil angka 1,75. Sehingga sampel size per level adalah 14 dengan total keseluruhan penelitian berjumlah 84.

3.4.1 Kriteria Sampel

3.4.1.1 Kriteria Inklusi

- Bersedia mengikuti tahapan penelitian dari awal hingga akhir dengan memberikan persetujuan secara lisan dan tertulis
- Berusia 18-39 tahun
- Berjenis kelamin

3.4.1.2 Kriteria Eksklusi

- Terdapat gangguan pendengaran, dinyatakan dengan hasil pemeriksaan fisik dan garpu tala.
- Tidak sehat secara fisik di mana tekanan darah sistole dan diastole tidak normal.

3.4.1.3 Drop Out

- Tidak mengikuti seluruh tahapan penelitian
- Tidak mengikuti protokol penelitian

3.5 Pengambilan Data

3.5.1 Protokol mendapatkan sampel (Tahap I)

Prosedur mendapatkan sampel diawali dengan cara memberikan sosialisasi mengenai tujuan dan tahapan penelitian kepada karyawan melalui poster yang dipasang di lingkungan Universitas Indonesia Depok kurang lebih satu bulan sebelum dilakukan skrining.

Calon responden yang datang mendapatkan penjelasan penelitian dan skrining I, yaitu pengisian kuesioner dan pemeriksaan fisik. Responden yang telah memenuhi persyaratan penelitian (lolos skrining 1) diberikan informasi mengenai protokol penelitian dan dinyatakan ikut serta dalam eksperimen, dianggap telah melewati tahap I dan dilanjutkan dengan tahap II.

Kurang lebih dua minggu sebelum pertemuan kedua, para peneliti menghubungi responden untuk mengingatkan kembali akan kehadiran selanjutnya di tahap II.

Dikarenakan pada pengambilan data pertama ada beberapa kegagalan yang mengakibatkan kurangnya data sampel, maka diadakan pengambilan data sebanyak 4 orang dan diambil dari mahasiswa teknik industri. Prosedur yang dianggap relevan dengan penelitian dilakukan, sementara ada beberapa prosedur saat penelitian multidisiplin tidak dilakukan karena bukan keharusan bagi pengambilan data *choice reaction time*.

3.5.2 Proses Pengambilan Data (Tahap II)

Responden dibagi menjadi 6 kelompok, yaitu 4 kelompok eksperimen atau 2 kelompok kontrol yang dilakukan melalui cara randomisasi. Penentuan waktu dan jenis intervensi dilakukan secara *double blind*. Satu kelompok perlakuan terdiri atas 18 orang. Dalam satu hari akan dilakukan intervensi pada dua sub kelompok yang masing-masing terdiri atas 6 orang. Untuk jelasnya liat bagan. Analis tidak mengetahui pengelompokan responden dan tidak mengetahui besaran intensitas bising yang diterima oleh responden.

3.5.2.1 Pra-Eksperimen

Kegiatan pada diawali dengan skrining II untuk menyatakan bahwa responden memenuhi syarat untuk memperoleh pajanan bising selama 15 menit berdasarkan alokasi random yang telah ditentukan. Responden yang lolos skrining II dimintakan *informed consent* pada saat briefing sebelum eksperimen.

Operator melakukan pengambilan sampel darah, mengukur tensi nadi, serta frekuensi pernafasan dalam waktu kurang dari 15 menit sebelum perlakuan.

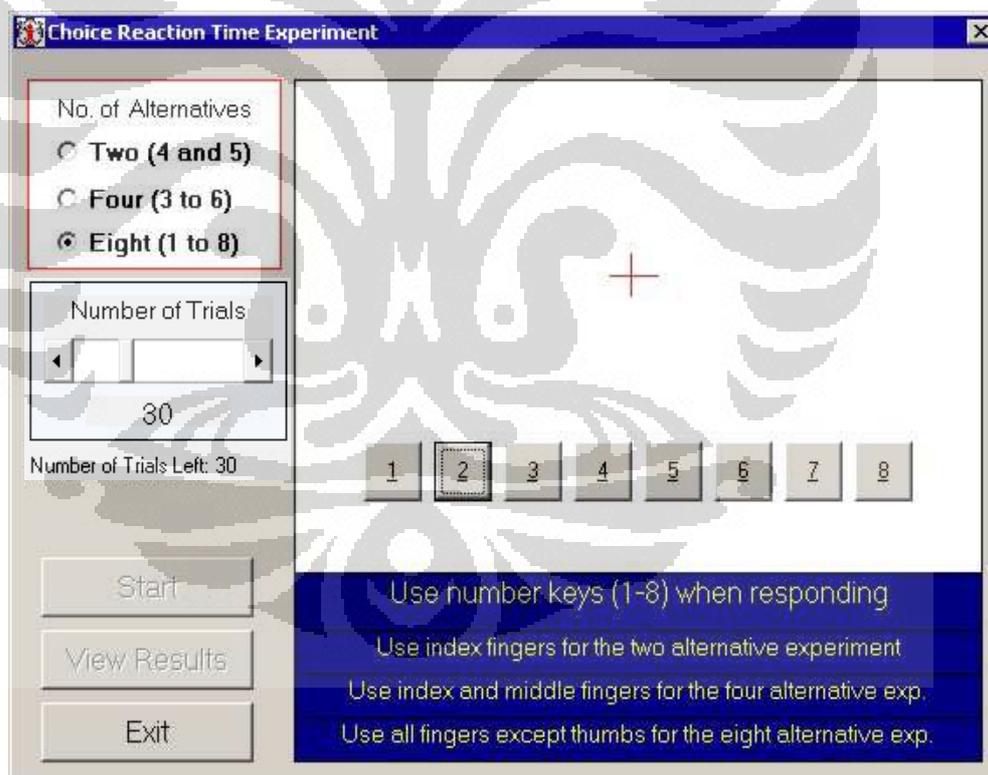
3.5.2.2 Pemberian Pajanan Kebisingan

Responden terbagi dua sub kelompok, masing-masing terdiri atas 6 orang, masuk ke dalam noise room untuk menerima pajanan bising yang telah ditentukan sebelumnya selama 15 menit. Responden diperkenankan untuk melakukan berbagai aktivitas santai seperti membaca, menelfon dan bermain game kecuali makan.

Dipertengahan pajanan, yakni pada menit ke-8, 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 *eight-choice reaction time* menggunakan laptop yang telah disediakan.

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

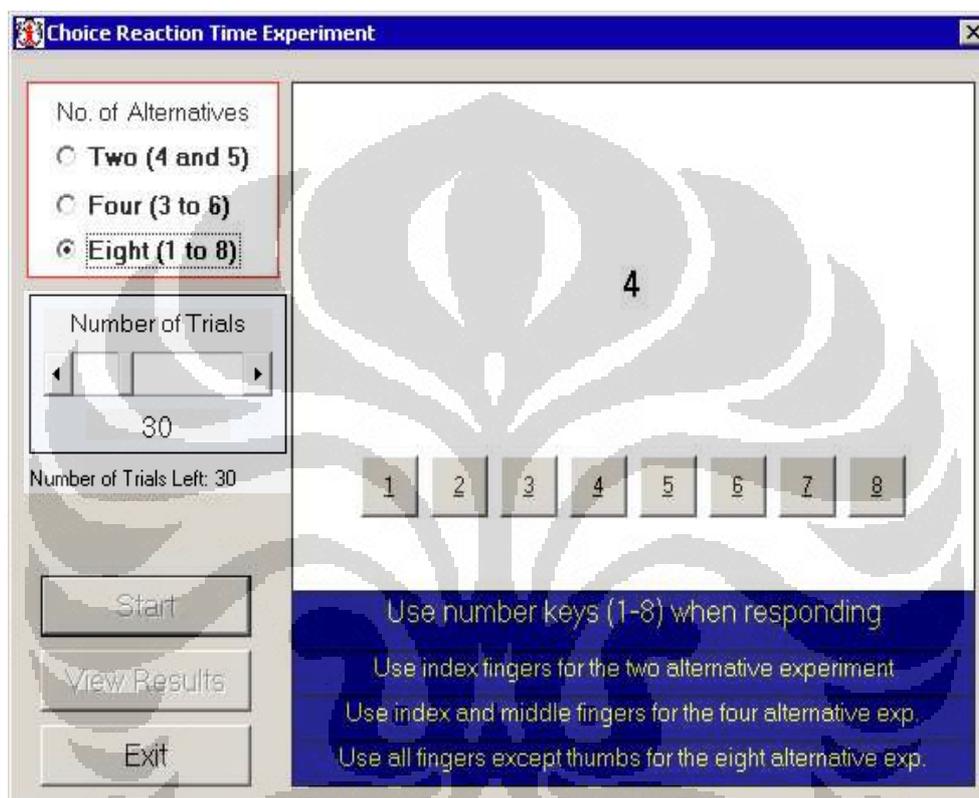
a. Mulai



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



Gambar 3.2 Tampilan Stimuli Visual di Software Design Tools Versi 4.0

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.

c. Respon Sinyal

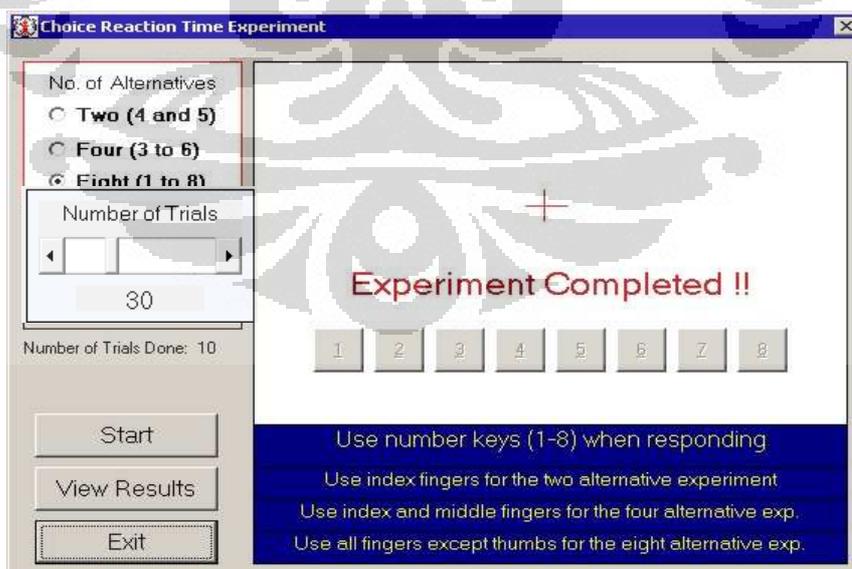
Responden merespons sinyal yang diberikan dengan menekan *keyboard* laptop yang telah disediakan. Untuk mencegah deviasi percobaan karena masalah kemampuan dan kefasihan dengan laptop maka semua responden diwajibkan hanya menggunakan satu jari pada tombol yang telah dilabeli dengan stiker warna kuning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



Gambar 3.3 Tampilan Keyboard dan Tombol Respons

d. Selesai

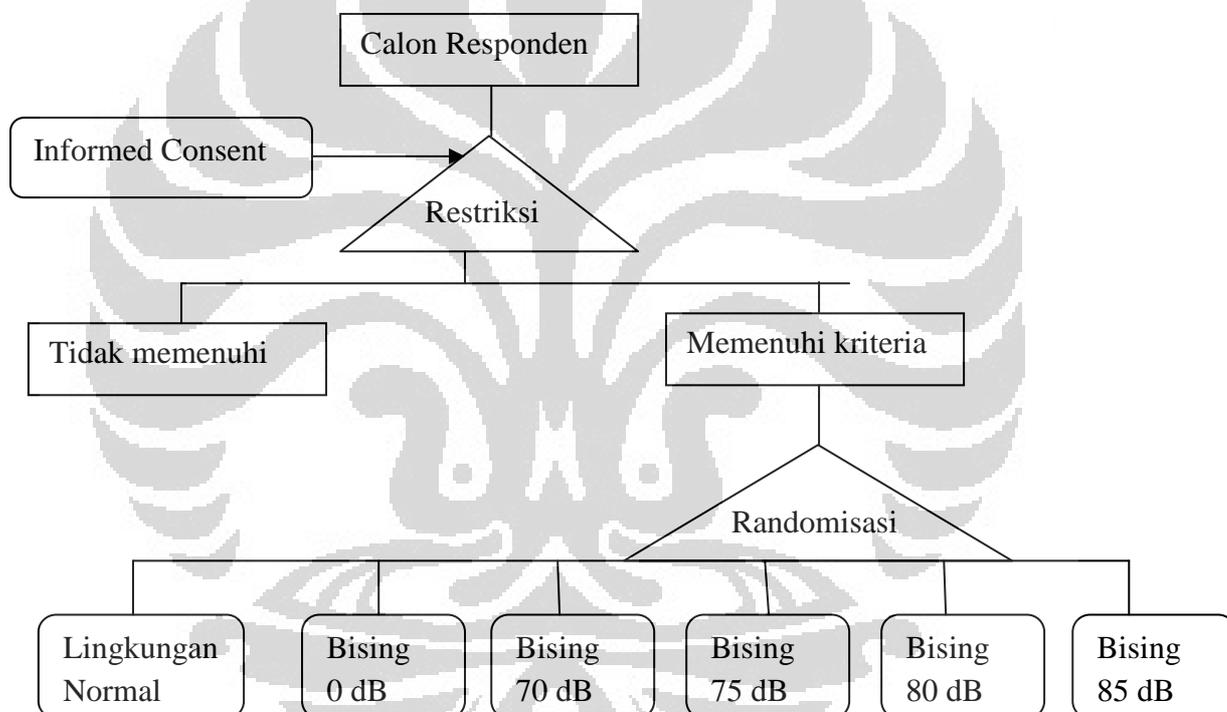
Setelah semua percobaan selesai dilakukan maka akan muncul tulisan ‘Eksperimen Completed!!’ yang menyatakan bahwa responden telah merespons sinyal yang diberikan dari delapan pilihan yang mungkin sebanyak tiga puluh kali. Nilai rata-rata dari percobaan ini akan menjadi output dari eksperimen.



Gambar 3.4 Tampilan Selesai Eksperimen di Design Tools Versi 4.0

3.5.2.3 Setelah Pemberian Paparan Kebisingan

Setelah pemberian paparan, responden keluar dari noise room dan duduk pada posisi yang telah disediakan, dalam waktu kurang dari satu menit. Kemudian dilakukan pengambilan sampel darah setelah paparan dan pengukuran tensi nadi, frekuensi napas dalam waktu kurang dari 10 menit setelah selesai pemberian perlakuan bising. Pengambilan data tensi nadi, HRV, kortisol dan adrenalin dilakukan untuk keperluan peneliti lain dalam kerjasama multidisiplin dengan Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.



Gambar 3.5 Alur Penelitian

(Sumber :Tim Peneliti Hibah Multidisiplin FKUI)

3.6 Sumber Data

3.6.1 Semua data berasal dari data primer, yaitu :

Data identitas yang meliputi usia, pendidikan, status perkawinan, pekerjaan yang diperoleh dari kuesioner.

3.6.2 Data kesehatan yang meliputi anamnesis dan pemeriksaan fisik. Untuk mendapatkan data berdasarkan pemeriksaan fisik dan riwayat kesehatan responden.

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

3.7 Jenis Variabel

3.7.1 Variabel Bebas

Adalah perlakuan yang diberikan yaitu intensitas bising pada masing-masing kelompok sebesar 85 dBA, 80 dBA, 75 dBA dan 70 dBA serta 0 dBA

3.7.2 Variabel Terikat

Variabel ini meliputi rata-rata hasil 30 kali pengambilan data *eight-choice reaction time* per responden dalam satuan detik.

3.8 Instrumen dan Alat-Alat penelitian

3.8.1 Instrumen penelitian yang digunakan adalah :

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

3.8.2 Alat-alat yang digunakan selama penelitian

- Timbangan berat badan dan Pengukur tinggi badan
- Laboratorium noise room
- Tempat duduk kerja nyaman bagi dewasa
- Luxmeter merk AR 823
- Sphygmomanometer merk Riester, pada penelitian kedua menggunakan merk Omron
- Termometer bola basah, merk QUESTEMP 36
- Soundlevel meter merk level meter Larson Davis soundtrack type LxT2
- 6 laptop dengan OS Windows XP dan software Design Tools versi 4.0



Gambar 3.6 Sound Level Meter dengan Mikrofonnya

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

3.9 Pengolahan Data

Data yang terkumpul akan diolah menggunakan program Statistical Package for Social Science (SPSS) verse 13.00

3.10 Analisis Data Statistik

a. Data deskriptif responden :

Data analitis perbandingan populasi menggunakan one way anova menggunakan F test karena hanya menggunakan satu faktor apabila data diketahui terdistribusi normal (menggunakan uji kolmogorov smirnov), bila diketahui data merupakan data tidak terdistribusi normal, tidak homocedasciti atau ditemukan outlier maka akan ditransformasi. Apabila tetap tidak normal akan digunakan uji parametric mann whitney (Winer, B. J., Brown, D. R. & Michels, K. M. ,1991).

3.11 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 8 menit.

3.12 Etika Penelitian

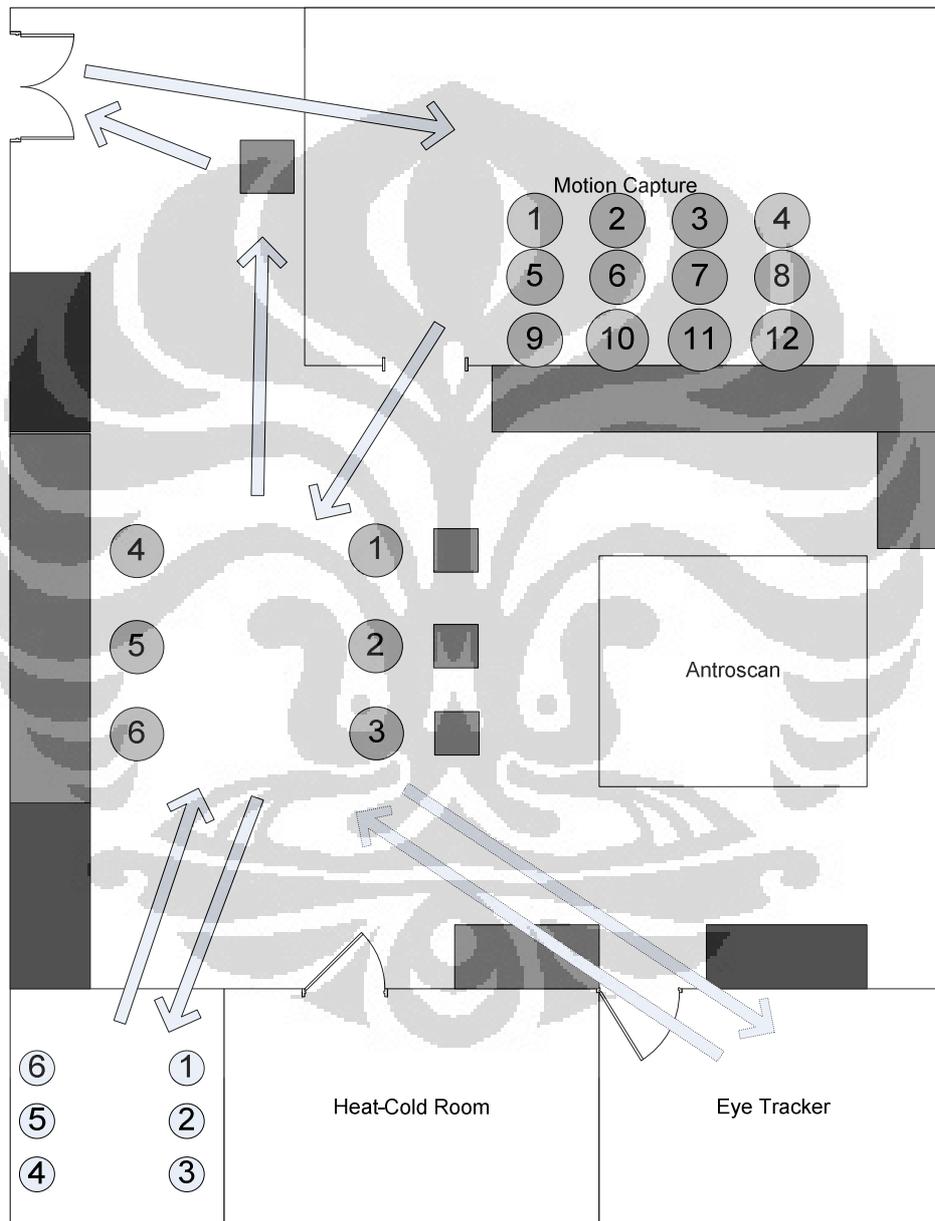
Penelitian yang dilakukan menganut pada kaidah etika penelitian yang berlaku pada Universitas Indonesia, yaitu :

- Menghormati
Peneliti mengutamakan kesehatan dan keselamatan responden daripada kepentingan penelitian
- Bermanfaat
Penelitian mengacu pada norma yang mengharuskan agar resiko akibat suatu penelitian harus lebih kecil dari keuntungan yang diharapkan
- Tidak membahayakan subjek penelitian
Peneliti selalu waspada dan melindungi keselamatan responden dari kemungkinan bahaya yang bisa timbul selama penelitian
- Keadilan
Semua perlakuan terhadap responden dilakukan secara adil

3.13 Definisi operasional

- Usia adalah umur yang diperoleh dari anamnesis
- Pendidikan adalah jenjang pendidikan terakhir yang ditempuh
- Status perkawinan adalah status perkawinan resmi yang diperoleh anamnesis
- Tinggi badan adalah pengukuran dalam keadaan berdiri tanpa alas kaki. Hasil pengukuran kemudian diubah dalam meter sebagai komponen penghitungan indeks masa tubuh
- Berat badan adalah pengukuran berat badan menggunakan timbangan yang telah ditera sebagai komponen penghitungan indeks masa tubuh
- IMT adalah indeks masa tubuh yang diperoleh dari rumus pembagian berat badan dalam kilo dengan tinggi badan dalam meter. Kriteria berdasarkan kriteria WHO tentang indeks masa tubuh, yaitu berat badan kurang derajat ringan (17-18,49) hingga pra obesitas (25-29,99)

- Tekanan darah adalah pengukuran sistole dan diastole responden 15 menit sebelum pajanan kebisingan menggunakan sphygmomanometer merk Riester dan untuk penelitian kedua menggunakan merk Omron.
- Variabel lain adalah kriteria eksklusi.



Gambar 3.7 Denah - Alur Pengambilan Data

(Sumber :Tim Peneliti Hibah Multidisiplin FKUI)

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS

4.1 Karakteristik Perlakuan Bising

Supaya pajanan kebisingan dari laboratorium dapat diterapkan pada kondisi kebisingan lalu lintas, maka intensitas bising ekuivalen pajanan dihitung berdasarkan daily personal noise exposure ($L_{Aeq, 8jam}$) untuk profesi supir dan ($L_{Aeq, 2 jam}$) untuk pengendara komuter berdasarkan South dengan rumus :

$$Leq = 10 \times \text{Log} \frac{1}{T} (t_1 \times 10^{\frac{L_{eq1}}{10}} + \dots + t_n \times 10^{\frac{L_{eqn}}{10}}) \quad (4-1)$$

Jadi, apabila jumlah jam untuk kedua kriteria pengguna jalan ini dimasukkan ke dalam rumus, maka rumus pajanan ekuivalen masing-masing tingkatan pajanan intensitas kebisingan laboratorium selama 15 menit menjadi :

- a. Untuk Pengendara Kriteria Komuter

$$Leq = 10 \times \text{Log} \frac{1}{2} (0.25 \times 10^{\frac{\text{soundlevel}}{10}}) \quad (4-2)$$

- b. Untuk Pengendara Kriteria Profesi Supir

$$Leq = 10 \times \text{Log} \frac{1}{8} (0.25 \times 10^{\frac{\text{soundlevel}}{10}}) \quad (4-3)$$

Dari perhitungan intensitas bising 85 DBA selama 15 menit setara dengan intensitas bising 70 dBA selama 8 jam ($L_{Aeq, 8jam}$ 70 dBA) dan 76 DBA selama 2 jam ($L_{Aeq, 2jam}$ 76 dBA). Intensitas bising 80 DBA selama 15 menit setara dengan intensitas bising 65 dBA selama 8 jam ($L_{Aeq, 8jam}$ 65 dBA) dan 71 DBA selama 2 jam ($L_{Aeq, 2jam}$ 71 dBA). Intensitas bising 75 DBA selama 15 menit setara dengan intensitas bising 60 dBA selama 8 jam ($L_{Aeq, 8jam}$ 60 dBA) dan 66 DBA selama 2 jam ($L_{Aeq, 2jam}$ 66 dBA). Intensitas bising 70 DBA selama 15 menit setara dengan intensitas bising 55 dBA selama 8 jam ($L_{Aeq, 8jam}$ 55 dBA) dan 61 DBA selama 2 jam ($L_{Aeq, 2jam}$ 61 dBA). Intensitas bising 58 DBA (kontrol ruang) selama 15 menit setara dengan intensitas bising 43 dBA selama 8 jam ($L_{Aeq, 8jam}$ 43 dBA) dan 49 dBA selama 2 jam ($L_{Aeq, 2jam}$ 49 dBA). Intensitas bising 38 dBA (0 dBA) selama

15 menit setara dengan intensitas bising 23 dBA selama 8 jam ($L_{Aeq, 8jam}$ 23 dBA) dan 29 DBA selama 2 jam ($L_{Aeq, 2jam}$ 29 dBA). Penulisan dalam tabel perhitungan kesetaraan pajanan bising 15 menit dengan 2 jam pajanan dan 8 jam pajanan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Perhitungan Kesetaraan Pajanan Bising

Kelompok Pajanan	$L_{Aeq, 15 \text{ min}}$ (laboratory)	$L_{Aeq, 2h}$	$L_{Aeq, 8h}$
0	38	29	23
Kontrol	58	49	43
70	70	61	55
75	75	66	60
80	80	71	65
85	85	76	70

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

4.2 Karakteristik Responden

Subjek penelitian berasal dari populasi laki-laki di lingkungan Universitas Indonesia dengan usia kerja 19-39 tahun. Responden yang dipakai sama dengan peneliti dari Tim Hibah Riset Multidisiplin DRPM UI dari Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia di bawah pimpinan Dokter Muchtarudin Mansyur karena keterlibatan Departemen Teknik Industri pada riset multidisiplin. Responden yang menghadiri undangan mengikuti penelitian sebanyak 149 orang. Dari jumlah tersebut yang lolos seleksi berdasarkan kriteria inklusi sebanyak 108 orang, tetapi calon subjek yang hadir pada penelitian sebanyak 103 orang karena terdapat 1 orang tidak hadir karena sakit dan empat orang tidak diketahui penyebabnya. Calon subjek yang mengikuti penelitian hingga tahap akhir pengambilan data penelitian adalah 102 orang karena terdapat 1 orang calon subjek penelitian yang mengalami sinkop saat pengumpulan sampel darah. Di dalam *noise room* terdapat 19 orang yang gagal melakukan percobaan *choice reaction time* dan 3 orang yang datanya outlier karena di atas 2 detik. Untuk memenuhi kecukupan data yakni 14 responden per level, dilakukan pengambilan data tahap dua sebanyak empat orang

untuk kelompok pajanan 70 dBA. Demikian subjek penelitian yang memenuhi syarat dan dilibatkan pada penelitian *choice reaction time* sebanyak 84 orang.

Berikut ini adalah sebaran subjek penelitian menurut umur, status perkawinan, pendidikan, jenis pekerjaan, lama kerja dan indeks masa tubuh. Dapat dilihat dari sini bahwa responden berada pada range umur yang dikehendaki yakni 18-39 tahun dengan rerata 23,86 tahun \pm 4,67 tahun, serta memiliki indeks massa tubuh dan tekanan darah yang normal. Sebagian besar merupakan pekerja lapangan yakni 81 %, hanya 19 % yang pekerjaannya administratif.

Karakteristik fisik subjek penelitian berupa indeks masa tubuh memiliki rerata sebesar 21,33 \pm 2,79 kg/m². Tekanan darah sistolik memiliki rerata sebesar 114,96 \pm 9,77 mmHg dan tekanan darah diastolik sebesar 76,20 \pm 7,53 mmHg.

Tabel 4.2 Deskripsi Statistik Karakteristik Responden

Variabel		Mean \pm SD	Median (Min-Max)	Frekuensi
Jenis Pekerjaan	Administrasi			16 (19 %)
	Lapangan			68 (81 %)
Umur		23,86 \pm 4,67		
Status Perkawinan	Lajang			64 (76.2 %)
	Menikah			19 (22.6 %)
Pendidikan	Duda			1 (1.2 %)
	SD			0 (0 %)
	SMP			4 (4,8 %)
	SMA			75 (89.3 %)
Lama Kerja Saat Ini (bulan)			3 (0-240)	
	Lama Riwayat Kerja (bulan)		3(0-60)	
IMT (kg/m ²)	21,33 \pm 2,79			
Sistole	114,96 \pm 9,77			
Diastole	76,20 \pm 7,53			

4.3 Perbandingan karakteristik subjek penelitian

Perbandingan karakteristik subjek penelitian antar kelompok perlakuan sangatlah penting untuk membuktikan randomisasi pada responden. Hasil dari uji means Anova dan Kruskal Walis bagi kelompok yang tidak memenuhi persyaratan uji Anova menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antar kelompok perlakuan. Hal ini dilakukan agar faktor-faktor seperti umur, kesehatan

tubuh, kefasihan dengan komputer dan lainnya yang dapat mempengaruhi hasil *choice reaction time* dapat dikontrol dalam mempengaruhi rata-rata *choice reaction time* dalam kelompok perlakuan. Nilai means dan p-value dapat dilihat di tabel :

Tabel 4.3 Perbandingan Karakteristik Subjek Penelitian

Variabel	Kelompok 0 DBA N=14	Kelompok 70 DBA N=14	Kelompok 75 DBA N=14	Kelompok 80 DBA N=14	Kelompok 85 DBA N=14	Kelompok Kontrol N=14	P-Value
Umur (tahun)							
Mean \pm SD	22,36 \pm 3,87	24,93 \pm 6,87	23,71 \pm 4,15	22,36 \pm 2,76	24,14 \pm 2,18	25,71 \pm 6,10	0,313*
Lama Kerja (bulan)							
Median (Min-Maks)	3 (3-240)	3 (3-240)	3 (0-180)	3 (3-72)	3 (3-180)	3 (3-240)	0,113*
Lama Riwayat Kerja							
Median (Min-Maks)	6 (0-60)	0 (0-29)	3 (0-45)	11 (0-60)	0 (0-38)	0 (6-36)	0,083*
Indeks Masa Tubuh							
Mean \pm SD	21,66 \pm 2,86	21,92 \pm 2,72	21,61 \pm 3,59	19,99 \pm 1,9	21,29 \pm 2,65	21,51 \pm 2,84	0,374*
Sistole							
Mean \pm SD	115,28 \pm 13,46	112,64 \pm 9,81	117,86 \pm 10,71	114,36 \pm 9,27	114,28 \pm 5,91	115,38 \pm 8,89	0,864#
Diastole							
Mean \pm SD	76,36 \pm 8,12	76,36 \pm 9,81	76,14 \pm 7,10	77,43 \pm 7,52	74,43 \pm 5,87	21,51 \pm 2,84	0,937*

*Kruskal Wallis Test

#Anova

Grouping Variable: Bising

Nilai P-value di atas 0,05 menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antar means variabel. Semua means diuji menggunakan tes Kruskal-Wallis karena tidak normal dan memenuhi syarat untuk menggunakan uji Anova kecuali Variabel sistole yang layak menggunakan uji Anova.

4.4 Rekapitulasi Pengambilan Data

Berikut ini adalah rekapitulasi pengambilan data *choice reaction time* di mana dibagi berdasarkan kelompok pajanan dan kelompok hari pengambilan data.

Tabel 4.4 Rekapitulasi Data Bersih Choice Reaction Time

data CRT tanpa outlier						
No	F	B	D	A	C	E
11		1,0531	0,9813		0,9724	
12	0,9594		1,0083		0,9479	1,2120
13	1,0490	0,8536		1,0933	1,1646	1,2521
14	0,7578			0,9392		0,8458
15	1,1754	1,3193	0,8336	0,9536	1,0281	1,1677
16	0,7474	1,1495	0,8703	1,0365	1,0234	1,1750
21	1,0250		0,7844	0,8789	1,1729	1,2302

22	0,7792	0,7285	0,7938	0,9896	1,3865	0,8193
23	0,9214	0,8510	1,0411	1,1885	1,0109	0,9807
24	1,1182	0,9719	0,9630		0,9958	1,2786
25		0,8042	0,8009	1,1000		1,0365
26		0,9490	1,1313	0,9115	0,8641	
31	0,9677	0,8719			1,2328	
32		1,1385	0,9214	0,8000	1,2073	0,9667
33	1,1411		1,1284	0,8328		
34	0,8206	1,0163		0,8089	0,9323	1,2891
35	0,9635	0,8755	0,8302	0,8938		1,4677
36	0,8943	0,8938	0,9622	0,9853	0,9927	1,1964
Total	14	14	14	14	14	14
STD	0,141264	0,159139	0,118438	0,11612	0,144006	0,182985
Means	0,9514	0,9626	0,9322	0,9580	1,0666	1,1370

4.5 Pengujian Data

Setelah pengujian karakteristik subjek penelitian, maka hal terpenting adalah pengolahan data utama, yakni *means choice reaction time* pada berbagai level pajanan kebisingan. Sebelum mengolah data, ada beberapa tes yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa metode One-Way Anova dapat dipakai.

4.5.1 Data Awal

Ada dua uji yang harus dilakukan untuk menggunakan ‘One Factor Anova – k level’, yakni test homogenitas varians dan normalitas. Multi-kolinear tidak perlu diuji karena hanya ada satu variabel.

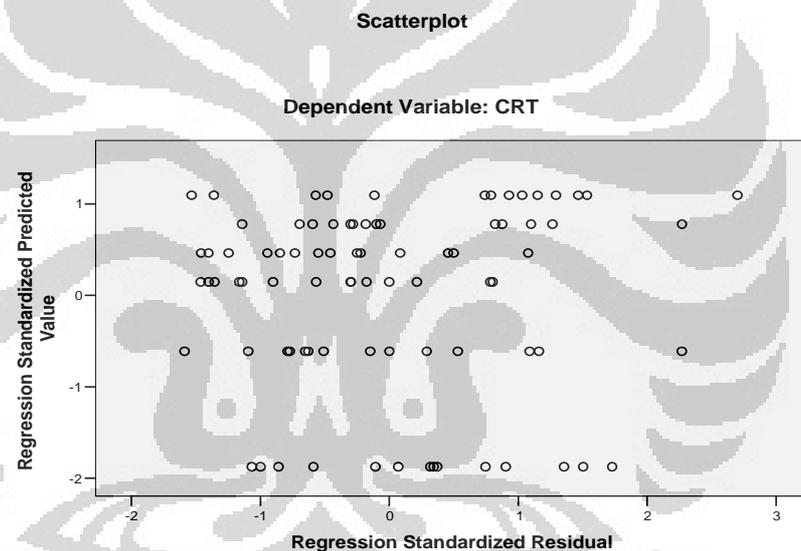
4.5.1.1 Uji Homogenitas Varians

Tujuan ini adalah untuk memastikan persebaran dari varians dan memastikannya tidak membentuk pola tertentu. Ada beberapa cara untuk menguji, dalam paket pengolahan menggunakan SPSS terdapat levene test. Tabel 4.5 menunjukkan bahwa varians dari data *choice reaction time* mempunyai p-value test levene lebih dari 0,05 yang artinya H_0 ditolak dan varians homogen.

Tabel 4.5 Tes Homogenitas Varians Levene

Test of Homogeneity of Variances			
CRT			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,874	5	78	,503

Hasil Test Levene dikonfirmasi dengan scatterplot regresi residual yang terstandarisasi dengan Choice Reaction Time, tidak ada pola yang dihasilkan dari scatterplot, dan diartikan homogen.

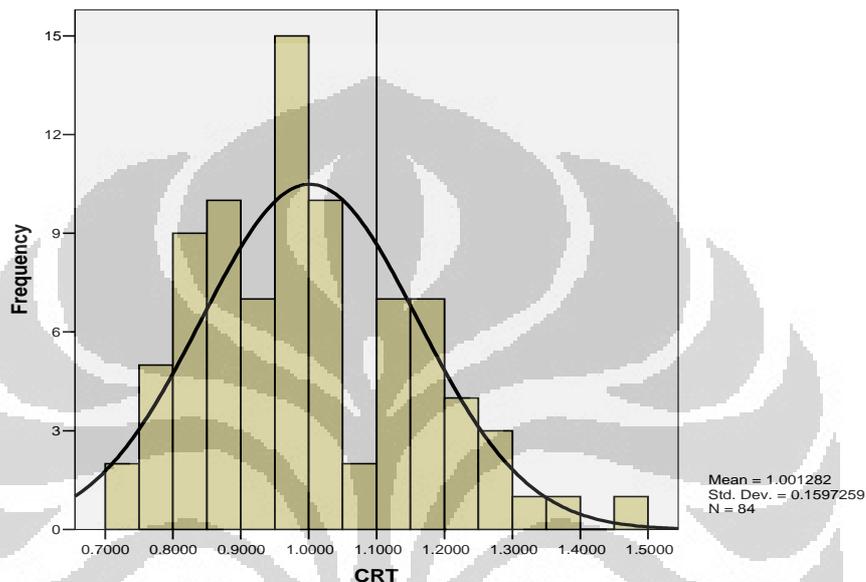
**Gambar 4.1** Scatter Plot Regresi Residual Terstandarisasi

4.5.1.2 Uji Normalitas

Persyaratan kedua adalah uji normalitas. Frekuensi data harus tersebar dalam distribusi normal di mana data paling banyak berada pada median dan jumlah data maksimal dan minimal dalam keadaan seimbang.

Histogram dapat menunjukkan keadaan ini dengan baik hal ini. Dapat kita lihat pada gambar 4.2 bahwa distribusi data *choice reaction time* tidaklah memenuhi persyaratan normalitas karena data cenderung untuk *right-screw* atau disebut juga *positive screw*.

Untuk data *choice reaction time* atau data pada pengukuran untuk manusia lainnya merupakan hal yang normal sebab manusia mempunyai batasan seberapa seberapa cepat pada waktu performa, tetapi untuk performa yang lambat, tidak ada batasan sehingga data seharusnya cenderung *right-screw*. Untuk menormalkan data yang *moderate right-screw* dapat menggunakan transformasi logaritma (Chérif F. Matta, et al.).



Gambar 4.2 Histogram Persebaran Frekuensi Data Choice Reaction Time

4.5.2 Data Transformasi Logaritma

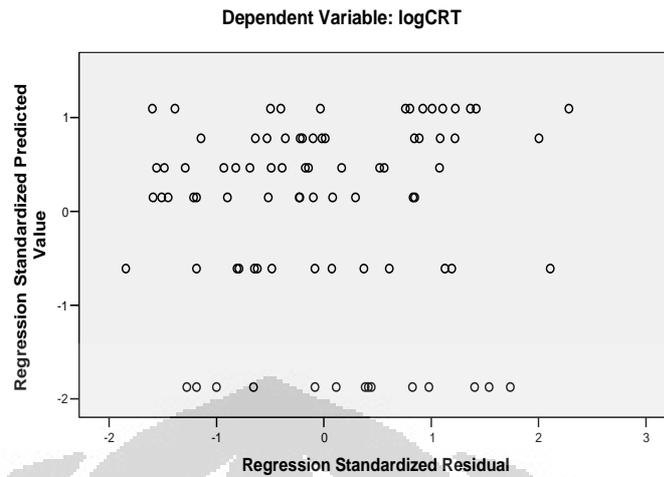
Setelah ditransformasi, maka dilakukan uji homogenitas varians dan normalitas sekali lagi. Apabila masih tidak memenuhi syarat maka kita tidak dapat menggunakan Uji Anova dan dapat menggunakan Uji Kruskal Wallis dari statistik non-parametrik (Bland, J. M. & Altman, D. G. ,1996a).

4.5.2.1 Tes Homogenitas Varians Data Transformasi

Sama seperti sebelumnya, scatterplot dan levene digunakan lagi. Kedua uji menunjukkan bahwa data tertransformasi logaritma bersifat homogen.

Tabel 4.6 Test Levene Homogenitas Varians Data Transformasi Logaritma

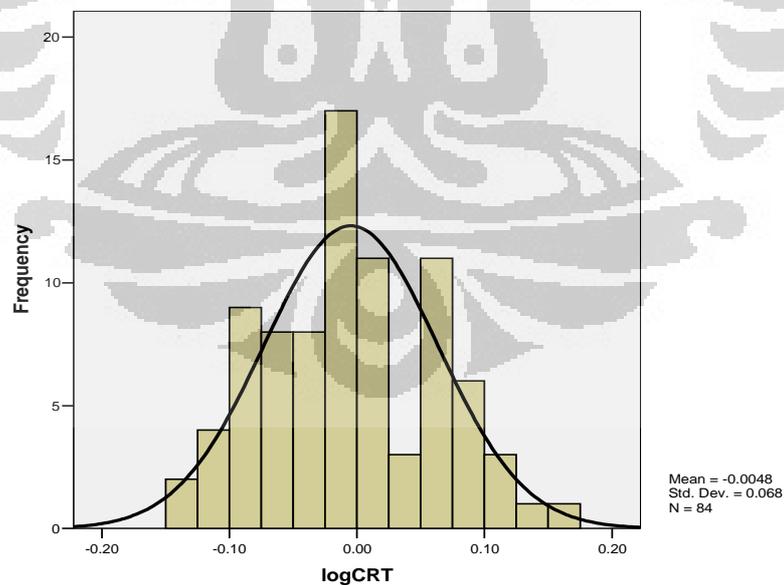
Test of Homogeneity of Variances			
logCRT			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,561	5	78	,730



Gambar 4.3 Scatter Plot Regresi Residual Terstandarisasi

4.5.2.2 Tes Normalitas Data Transformasi Logaritma

Uji normalitas dapat direpresentasikan dengan baik oleh histogram. Histogram yang ditunjukkan pada gambar 4.4 menunjukkan bahwa data terdistribusi normal di mana nilai maksimal dan minimalnya seimbang dan data terbanyak dekat dengan median.



Gambar 4.4 Histogram Distribusi Data Choice Reaction Time Transformasi Logaritma

Untuk memastikan bahwa data benar-benar normal maka digunakanlah test normalitas Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Wilk, keduanya menunjukkan p-value > 0.05 yang berarti signifikan bahwa data terdistribusi normal. Data tiap pajanan kebisingan juga diuji dan menunjukkan normalitas.

Tabel 4.7 Uji Normalitas Data Total Transformasi Logaritma

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
logCRT	,062	84	,200*	,983	84	,344

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Tabel 4.8 Uji Normalitas Data tiap Pajanan Transformasi Logaritma

Tests of Normality							
	Bising	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
logCRT	38,00	,121	14	,200*	,944	14	,466
	58,00	,151	14	,200*	,971	14	,886
	70,00	,154	14	,200*	,929	14	,297
	75,00	,091	14	,200*	,970	14	,878
	80,00	,230	14	,044	,941	14	,428
	85,00	,235	14	,034	,924	14	,250

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

4.6 Pengolahan Data

4.6.1 Tes Anova

Setelah semua persyaratan dipenuhi untuk mengadakan Anova maka dengan mudah dapat dilakukan uji One Factor – 6 level anova. Dari hasil SPSS menunjukkan bahwa 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 4.9 Uji One Factor-6 level Anova

ANOVA

logCRT					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,080	5	,016	4,137	,002
Within Groups	,303	78	,004		
Total	,384	83			

4.6.2 Post Hoc Analysis

Setelah mendapatkan hasil bahwa terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan dari *choice reaction time*. Untuk mengetahui kelompok mana yang berbeda maka dapat menggunakan Post Hoc. Dengan p-value lebih dari 0,05 maka kelompok pajanan 85 db terbukti secara statistik terdapat perbedaan hasil *choice reaction time* dengan kelompok pajanan lainnya. Hasilnya dapat dilihat pada lampiran 1.

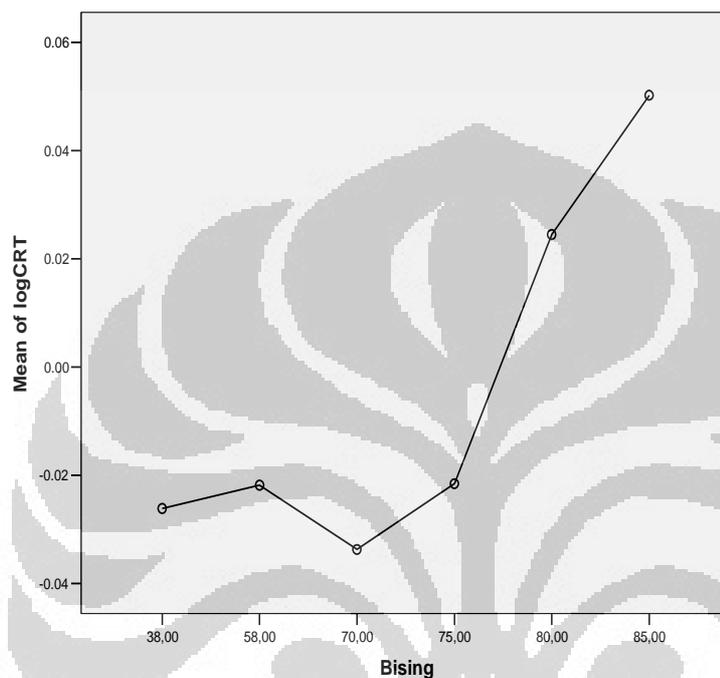
Hasil analysis meunjukkan bahwa perbedaan rerata yang signifikan dimulai pada kelompok pajanan 85 dB atau setara dengan intensitas bising 70 dBA selama 8 jam ($L_{Aeq, 8jam}$ 70 dBA) dan 76 DBA selama 2 jam ($L_{Aeq, 2jam}$ 76 dBA). Hal ini berarti penurunan waktu *choice reaction time* responden telah terpengaruh secara signifikan, di mana lebih tinggi dari pajanan kebisingan lainnya dimulai dari 70 DBA bagi supir dan 76 DBA bagi komuter.

Mengingat bahwa intensitas kebisingan Jakarta 7 tahun lalu saja, yakni di tahun 2004 saja sudah memberikan dampak negatif pada *choice reaction time* yang mempengaruhi keawasan, karena kebisingan rata-rata adalah 78,85 dB, bahkan di beberapa daerah Jakarta Barat telah mencapai 83,1 Db.

Maka dapat kita simpulkan dengan meningkatnya kebisingan setiap tahunnya, kini keawasan pengendara yang direpresentasikan oleh *choice reaction time* sebenarnya telah terpengaruh secara negatif dan secara tidak langsung berkontribusi pada tingkat kecelakaan lalu lintas Jakarta.

4.7 Means Plot

Hipotesa kedua dibuktikan oleh Plot Rerata ini bahwa semakin tinggi pajanan kebisingan maka choice reaction time akan semakin panjang juga. Dapat kita lihat dengan jelas bahwa lonjakan dimulai setelah 75 dB, yakni pada pajanan 80 dan 85 dB pada percobaan laboratorium.



Gambar 4.5 Means Plot Choice Reaction Time pada Tingkat Pajanan Kebisingan

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya kemudian dapat diperoleh beberapa kesimpulan diantaranya :

1. Hasil pengolahan data dan analisis menunjukkan bahwa level pajanan kebisingan ekuivalen secara kontinu dalam 8 jam bagi yang profesinya pengendara di atas 70 DBA dan 2 jam bagi pengemudi komuter di atas 76 dB akan terpengaruhi keawasannya secara signifikan, belum termasuk ketidaknyamanan yang diakibatkan oleh faktor lainnya seperti fatik, polusi, umur, dan sebagainya.
2. Dengan terbuktinya kebisingan mempengaruhi *choice reaction time* yang merepresentasikan keawasan dapat kita simpulkan bahwa kebisingan berkontribusi sebagai salah satu penyebab kecelakaan lalu lintas.
3. Diperoleh data lokal dari responden mengenai bukti ilmiah tren kenaikan *choice reaction time* berbanding lurus dengan kenaikan pajanan kebisingan, atau dengan kata lain penurunan keawasan yang dipengaruhi oleh kenaikan intensitas kebisingan dalam percobaan laboratorium.

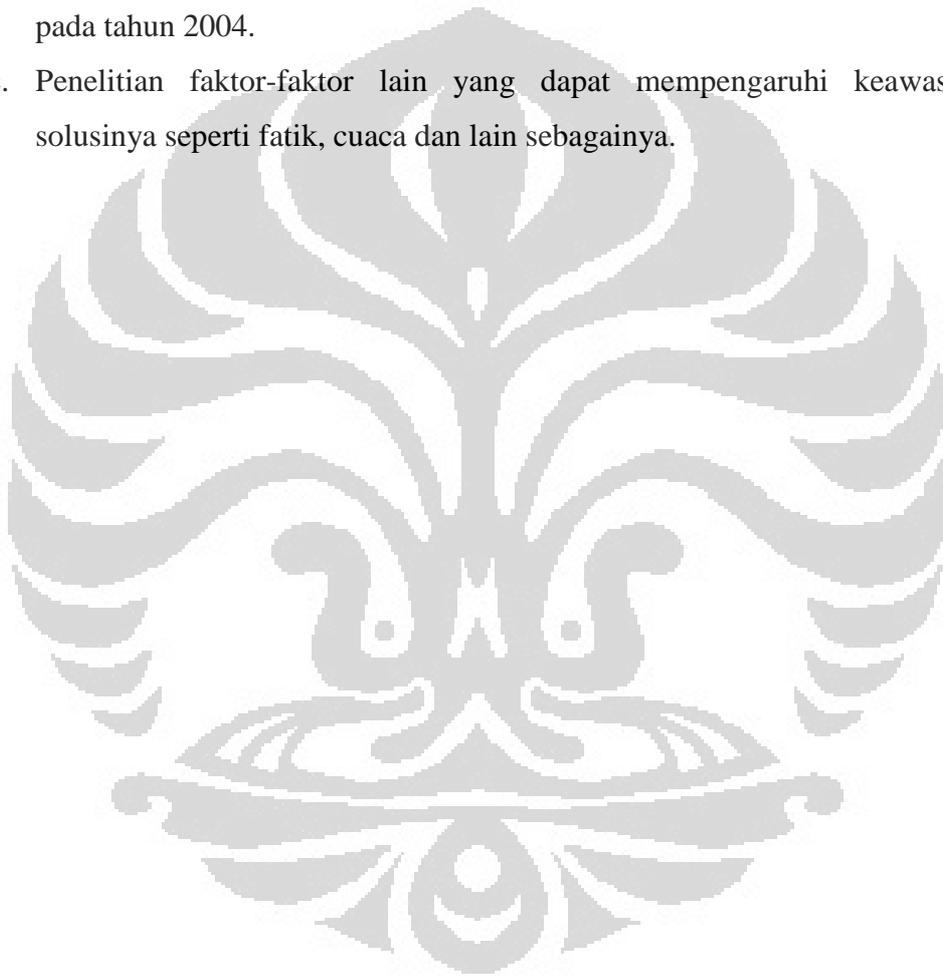
5.2 Saran

Beberapa saran berikut ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi peneliti lainnya ke depannya, supaya kekurangan – kekurangan dalam penelitian kali ini tidak diulangi lagi :

- a. Pengambilan data di penelitian berikutnya agar menggunakan berbagai jenis laptop yang sama feature dan modelnya.
- b. Membuat percobaan dengan temperature yang mendekati dengan temperature di jalan raya.
- c. Menggunakan referensi tingkat kebisingan yang lebih baru lagi.

Berikut ini adalah rekomendasi untuk penelitian yang dapat dilanjutkan dari skripsi ini :

- a. Pengukuran reaction time apabila menggunakan alat pelindung seperti *earplug* dan *earmuff* yang dapat mengurangi 5-15 dB untuk menguji seberapa besar kontribusi alat pelindung kepada *choice reaction time*.
- b. Pemetaan kebisingan Jakarta dikarenakan belum ada studi terbaru untuk memperbarui penelitian dari Departemen Kesehatan Puslitbang Indonesia pada tahun 2004.
- c. Penelitian faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi keawasan dan solusinya seperti fatik, cuaca dan lain sebagainya.



DAFTAR REFERENSI

- Antov, D.; Abel, K.; Surje, P.; Rouk, H.; Roivas, T. (2009). "Speed Reduction Effects of Urban Roundabouts". *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 4(1): 22–26. doi:10.3846/1822-427X.2009.4.22-26
- Baayen, R.H., Milin, P. (2010). Analyzing Reaction Times. *International Journal of Psychological Research*, 3(2), 12-28.
- Berglund, Brigitta, Thomas Lindval and Dietrich H. Schwela (1999). "Guidelines for Community Noise". Document prepared for the World Health Organization meeting held in London, United Kingdom, in April 1999 and published in 1995 by the Stockholm University and Karolinska Institute.
- Bland, J. M. & Altman, D. G. (1995c). Multiple significance tests: the Bonferroni method. *British Medical Journal* 310: 170.
- Bland, J. M. & Altman, D. G. (1996a). Transformations, means, and confidence intervals. *British Medical Journal* 312: 1079.
- Bridger, R.S. (2003). *Introduction to Ergonomics* (2nd ed.). New York: Taylor & Francis.
- Burrows, A. (1960). "Acoustic Noise: An Informational Definition Human Factors 2". pp. 163-168
- Cardinal ,Rudolf N. (2004). "ANOVA in practice, and complex ANOVA designs : Graduate-level Statistics for Psychology and Neuroscience" , pp.40.
- Carter and R.F.S. Job (eds.) Noise as a Public Health Problem (Noise Effects '98), Vol. 1, pp. 321-28, Noise Effects '98 PTY Ltd., Sydney, Australia.
- Castro, Candida (2009). Human factors of visual and cognitive performance in driving, 8, 84

- Cohen, A.S. (1981). Car drivers' patterns of eye fixations on the road and in the laboratory. *F: Traffic Psychology and Behaviour*, 5(2), 87–97.
- Fletcher JS, Gross CW. (1977). "Effects on hearing of sports-related noise or trauma. *Sound and Vibration*";11:26–7
- Gražulevičienė, R.; Lekavičiūtė, J.; Mozgeris, G.; Merkevičius, S. (2003). "Traffic Noise Emission and Myocardial Infraction Incidence in Kaunas City", *Environmental Research, Engineering and Management*, 23(1): 70–75.
- Green, M. (2009) Perception-Reaction Time," *Collision*, 4, 88-95.
- Grubliauskas, R.; Butkus, D. (2004). "Motor Noise in the Winter highway Kaunas–Zarasai rating". [7th Conference of Young Scientists]. Lithuania without Science – Lithuania without future". Vilnius: Technika, 338–346.
- Haines M, Stansfeld SA, Job RFS, Berglund B. (1998). "Chronic aircraft noise exposure and child cognitive performance and stress". In N.L. Carter and R.F.S. Job (eds.) *Noise as a Public Health Problem (Noise Effects '98)*, Vol. 1, pp. 329-336. Noise Effects '98 PTY Ltd., Sydney, Australia.
- Hygge S, Jones DM, Smith AP 1998 Recent developments in noise and performance. In N.L. John Wiley & Sons.
- Klauer, S.G., Dingus, T.A., Neale, V.L., Sudweeks, J.D., and Ramsey, D.J. (2006). *The Impact of Driver Inattention on Near-Crash/Crash Risk: An Analysis Using the 100-Car Naturalistic Driving Study Data* (Report No. DOT HS 810 594). Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- Klibavicius, A. (1998). "Evaluation of negative transport influence on Vilnius". Technika.
- Konz, S. and Daccarett, J. 'Controls for automotive brakes'. *Highway Research Board*, 1967, 195, 75-79.

- Lehto, Mark R., & Buck James R. (2008). Introduction to human factor and ergonomics for engineers. New York: Taylor & Francis Group.
- Luce, R. D. and Gallanry, E. (1967). "Some experiments on simple and choice reaction time". *Journal of Experimental Psychology*, 75, 1-17.
- Mack, A., and Rock, I. (1998). *Inattention blindness*. Cambridge, MA: MIT Press.
- PC Environmental Ltd. (n.d). *Larson Davis Model HVM 100 Human Vibration Meter Quick Start Guide. Perceptual and Motor Skills*, 52, 515–522.
- Police Department Head Quarter Republic of Indonesia. (2008). "Accident Reports of Three Provinces (Jakarta, West Java and Jambi).
- Puslitbang Departemen Kesehatan Indonesia. (2004). "Media Litbang Kesehatan, 14(3).
- Recarte, M.A., and Nunes, L.M. (2002). Mental load and loss of control over speed in real driving. Towards a theory of attentional speed control. *Transportation Research: Part F*, 5, 111–122.
- Sander, Mark S. & McCormick, Ernest J. (1993). "Human Factors in Engineering and Design". McGraw-Hill, Inc.
- Schneiderman, B and Plaisant, C. (2005). "Designing the User Interface : Strategy for Effective Human-Computer Interaction (4th Ed)". Addison-Wesley Co.
- Shapiro, S. S. & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika* 52: 591-611.
- Smith, E. E. (1968). "Choice reaction time: An analysis of the major theoretical positions". *Psychological Bulletin*, 69, 77-110.
- Soehodho, Sutanto.(2009). "Road Accidents In Indonesia". *IATSS Research* (33,2)

- Sound Research Laboratories Ltd. (1991). "Noise Control in Industry (3rd. Ed)". Taylor & Francis e-Library.
- Sound Research Laboratories. "Noise Control in Industri 3rd Edition". Taylor & Francis e-Library, 2004.
- Stansfeld, S.; Haines, M.; Brown, B. (2000). "Noise and Health the Urban Environment", *Reviews on Environmental Health*. 15(1-2): 43-82.
- Stevens, S. S., & Davis, H. (1938). *Hearing: Its psychology and physiology*. New York:
- Trimmel, M., and G. Poelzl. (2006). Impact of background noise on reaction time and brain DC potential changes of VDT-based spatial attention. *Ergonomics* 49(2): 202-209
- Underwood, G., Chapman, P., Bowden, K., and Crundall, D. (2002). Visual search while driving: Skill and awareness during inspection of the scene. *Transportation Research Part*
- Van Maarseveen, M.; Zuidgesst, M. (2003). "Sustainable urban transportation development: a modelling approach, in *Urban Transport and Environment in 21st Century*". Southampton : Witpres, p. 203-212.
- Welford, A. T. (1973). "*Human Factors in Transportation: Proceedings of the 10th Annual Conference of the Ergonomics Society of Australia and New Zealand, Sydney in 1973.*
- Winer, B. J., Brown, D. R. & Michels, K. M. (1991). *Statistical Principles in Experimental Design*, McGraw-Hill, New York, NY.

Lampiran 1 : Uji Post Hoc

Multiple Comparisons

Dependent Variable: logCRT

Tukey HSD

(I) Bising	(J) Bising	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
38,00	58,00	-,00433	,02357	1,000	-,0732	,0645
	70,00	,00757	,02357	1,000	-,0613	,0764
	75,00	-,00460	,02357	1,000	-,0735	,0643
	80,00	-,05062	,02357	,275	-,1195	,0183
	85,00	-,07637*	,02357	,021	-,1452	-,0075
58,00	38,00	,00433	,02357	1,000	-,0645	,0732
	70,00	,01190	,02357	,996	-,0570	,0808
	75,00	-,00027	,02357	1,000	-,0691	,0686
	80,00	-,04629	,02357	,372	-,1152	,0226
	85,00	-,07204*	,02357	,035	-,1409	-,0032
70,00	38,00	-,00757	,02357	1,000	-,0764	,0613
	58,00	-,01190	,02357	,996	-,0808	,0570
	75,00	-,01217	,02357	,995	-,0810	,0567
	80,00	-,05819	,02357	,146	-,1271	,0107
	85,00	-,08394*	,02357	,008	-,1528	-,0151
75,00	38,00	,00460	,02357	1,000	-,0643	,0735
	58,00	,00027	,02357	1,000	-,0686	,0691
	70,00	,01217	,02357	,995	-,0567	,0810
	80,00	-,04602	,02357	,379	-,1149	,0229
	85,00	-,07177*	,02357	,036	-,1406	-,0029
80,00	38,00	,05062	,02357	,275	-,0183	,1195
	58,00	,04629	,02357	,372	-,0226	,1152
	70,00	,05819	,02357	,146	-,0107	,1271
	75,00	,04602	,02357	,379	-,0229	,1149
	85,00	-,02575	,02357	,883	-,0946	,0431
85,00	38,00	,07637*	,02357	,021	,0075	,1452
	58,00	,07204*	,02357	,035	,0032	,1409
	70,00	,08394*	,02357	,008	,0151	,1528
	75,00	,07177*	,02357	,036	,0029	,1406
	80,00	,02575	,02357	,883	-,0431	,0946

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Lampiran 2 : Data Standard Deviasi Internal Responden

data ISD tanpa outlier					
f	b	d	a	c	e
	0,1660	0,1318		0,1453	
0,1377		0,1493		0,1711	0,2465
0,1405	0,1905		0,0994	0,2551	0,1386
0,1409			0,2754		0,0622
0,1061	0,3760	0,0969	0,0904	0,0963	0,3328
0,1093	0,2052	0,1542	0,2806	0,1223	0,1686
0,2828		0,1982	0,1252	0,1489	0,2264
0,0943	0,1336	0,1444	0,1217	0,3373	0,1506
0,1554	0,1127	0,1977	0,3629	0,2505	0,1495
0,1997	0,1108	0,1754		0,1270	0,2971
	0,1314	0,2251	0,6044		0,1574
	0,2691	0,3554	0,1729	0,1662	
0,1532	0,2020			0,2318	
	0,1857	0,2881	0,0857	0,1665	0,2026
0,2692		0,1711	0,1423		
0,1518	0,1495		0,1155	0,1977	0,9166
0,2918	0,1443	0,2264	0,2188		0,3064
0,1831	0,3419	0,1166	0,1181	0,2327	0,1615
14	14	14	14	14	14
0,065308	0,08192	0,069411	0,143429	0,065464	0,205707
0,1726	0,1942	0,1879	0,2010	0,1892	0,2512

Lampiran 3 : Data Lengkap Deskriptif Responden

Hari	Tanggal	Koding	Nama	Umur	Departemen	Bagian	No. Ponsel	Lama Kerja Sekarang	Lama Riwayat Kerja	Pendidikan	Status Perkawinan	Jenis Pekerjaan	Sistole	Diastole	Berat Badan	Tinggi Badan
Jumat	27	A11	Adi Karya	35	PLK	Satpam	08128370560	168	0	3	2	2	110	80	171,5	65
Jumat	27	A13	Ahmad Zulfikar	21	PLK	Satpam	02197558925	3	18	3	1	2	117	76	173,5	55
Jumat	27	A14	Sajalih	27	FTMUI	OB	02160291252	3	45	3	2	2	120	71	158	55
Jumat	27	A15	Slamet Setiadi	28	PLK	Satpam	02195518002	72	12	3	2	2	128	82	174,5	78
Jumat	27	A16	Suryadi	20	PLK	Satpam	02190595663	3	1	3	1	2	110	80	169,6	54
Selasa	24	A21	Agus Sulaiman	26	PLK	Satpam	02191903296	3	36	3	1	2	119	84	171	59
Selasa	24	A22	Aziz AF	25	PLK	Satpam	02192961537	36	0	3	1	2	140	90	178	67
Selasa	24	A23	Heri	21	PLK	Satpam		3	19	3	1	2	110	70	169	51
Selasa	24	A25	Mu'imin	22	PLK	Satpam	085715333832	3	0	3	1	2	118	79	170	55
Selasa	24	A26	Teguh Iman	35	FTUI	Umum	08567890093	180	0	4	2	1	96	62	170	81
Senin	23	A32	Deny H	21	PLK	Satpam	085782006132	3	18	3	1	2	130	80	176,5	60
selasa	15	A33	rama	21	FTUI	mahasiswa		0	3	3	1	1	109	70	170	58
selasa	15	A34	ricky	21	FTUI	mahasiswa		0	3	3	1	1	111	75	173	60
selasa	15	A35	jimmy	21	FTUI	mahasiswa		0	3	3	1	1	121	76	180	75
selasa	15	A36	alex	23	FTUI	mahasiswa		0	3	3	3	1	121	71	173	87

Kamis	26	B11	Ahmad Syafe'i	23	PLK	Satpam	89636352330	3	0	3	1	2	115	85	167	54
Kamis	26	B13	Budi Santoso	29	PLK	Satpam	08174957300	60	36	3	2	2	120	75	170	70
Kamis	26	B15	Oktavianes	30	PLK	Satpam	081383204560	84	0	3	2	2	128	81	167	55
Kamis	26	B16	Syarifudin	38	FT Mesin	Teknisi	0818429894	180	36	3	2	2	121	71	162	62
Jumat	3	B22	Aryadi	31	FTUI	Kemahas iswaan	0812971617	120	0	4	2	1	117	76	166,0	61,0
Jumat	3	B23	Indra Mulyawan	24	PLK	Satpam	085693198875			3	1	1	-	-	169,0	51,0
Jumat	3	B24	Khairul Anwar	35	Teknik	Satpam	085719633493	240	12	3	1	2	105	75	170,0	69,0
Jumat	3	B25	M.Yusuf	22	PLK	Satpam	02198050029	3	29	3	1	2	110	72	172,5	55,0
Jumat	3	B26	Malik Ibrahim	27	PLK	Satpam	085692458135	72	0	3	2	2	120	90	161,0	72,0
Rabu	25	B31	A. Rahman	21	PLK	Satpam	02198895409	3	11	3	1	2	118	82	169	58
Rabu	25	B32	Bayu Indra K	19	PLK	Satpam	08818180874	3	7	3	1	2	98	62	169	62
Rabu	25	B34	M. Zufahmi Arsyad	19	PLK	Satpam	02195286043	3	4	3	1	2	115	70	170	66
Rabu	25	B35	Septian Aditya	23	PLK	Satpam	-	3	0	3	1	2	105	75	169	61
Rabu	25	B36	Wakhid hardiansyah	19	PLK	Satpam	02160318965	3	6	3	1	2	128	81	174,3	54
Senin	23	C12	Beni Febrianto	22	PLK	Satpam	08567948141	3	40	3	1	2	120	80	170	53
Senin	23	C13	Kusindriyanto	22	PLK	Satpam	08568099211	3	3	3	1	2	105	72	172	57
Senin	23	C15	Sutrisno	21	PLK	Satpam	-	3	7	3	1	2	110	90	170	68
Senin	23	C16	Zepy Sumarlan	28	PLK	Satpam	02199461939	72	24	3	2	2	127	86	168	60
Rabu	1	C21	Agus Riana	19	PLK	Satpam	085714477191	3	0	3	1	2	109	70	179	60
Rabu	1	C22	Andi Nanang	25	PLK	Satpam	08561457502	3	36	3	1	2	119	75	170,5	52
Rabu	1	C23	Harmanto	24	PLK	Satpam	087888570921	3	48	3	1	2	106	70	178	57

Rabu	1	C24	Havid W	20	PLK	Satpam	02192232305	3	12	3	1	2	122	73	167	64
Rabu	1	C25	Ropi'i	28	PLK	Satpam	02101820164	72	24	3	1	2	120	80	170	65
Rabu	1	C26	Septian Mahmud	21	PLK	Satpam	02196261051	3	3	3	1	2	110	75	168	55,5
Jumat	3	C31	Ahmad Rojai'i	25	PLK	Satpam	02193009793	3	24	3	1	2	122	80	171,5	59,0
Jumat	3	C32	Dendy Romdhoni	19	PLK	Satpam	02197995236	3	10	3	1	2	109	78	168,0	50,0
Jumat	3	C33	Hendra	21	FT Mesin UI	Umum	087888305896	108	25	1	1	2	130	65	159,0	48,0
Jumat	3	C34	Mayudin	23	PLK	Satpam	02197799538	3	10	3	1	2	132	90	177,5	67,5
Jumat	3	C36	Robithon Fahmi	19	PLK	Satpam	087829353588	3	3	3	1	2	100	65	172,5	65,0
Selasa	24	D11	M.Nur Kamid	20	PLK	Satpam	085259517598	3	19	3	1	2	103	84	169,5	64
Selasa	24	D12	Nurul Palaq	32	FT Mesin UI	Teknisi	08561176382	120	0	4	2	1	125	90	175	75
Selasa	24	D15	Riyanto	24	PLK	Satpam	081908986696	3	0	3	1	2	129	99	171,5	57
Selasa	24	D16	Wahyu Hadi	22	PLK	Satpam	087875516038	3	24	3	1	2	120	74	170,9	59,5
Selasa	31	D21	Aab Sehabudin	20	PLK	Satpam	087724931216	3	0	3	1	2	119	72	167	57
Selasa	31	D22	Arif Rahman H	19	PLK	Satpam	08561938211	3	0	3	1	2	110	75	173,5	59
Selasa	31	D24	Martin	39	PLK	Satpam	082110709183	240	0	3	2	2	110	70	178,5	92
Selasa	31	D25	Ridwan	25	Industri	Cleaning Ergonomi Center	085697053112	24	0	2	1	2	98	62	167	58
Selasa	31	D26	SurYa Atmaja	39	PLK	Satpam	02192120343	216	0	3	2	2	100	65	168	65
Kamis	26	D32	Bayu	21	Indust	Aslab	08121886035	9	2	3	1	1	120	79	177,5	65

			Pramudyo W		ri															
Kamis	26	D33	Fandi S	20	PLK	Satpam	021988937906	3	19	3	1	2	110	78	171	64				
Kamis	26	D34	Hamid	20	Indust ri	Satpam	02192620312	3	0	3	1	2	128	82	168	60				
Kamis	26	D35	M.Mukhlis Putra	20	PLK	Satpam	085780101804	3	0	3	1	2	100	80	171,5	53				
Kamis	26	D36	Satria Utama	22	TI	aslab	085695758995	3	0	3	1	1	118	71	166	65				
Senin	30	E11	Acep Kurniawan	24	PLK	Satpam	02197120726	3	18	3	1	2	125	85	167	59				
Senin	30	E12	Eman	28	Kantin FTUI	kantin	08568883524	180	0	3	1	2	120	75	171	65				
Senin	30	E13	Itang Sulaeman	24	PLK	Satpam	085721591691	3	0	3	2	1	120	80	161,5	61				
Senin	30	E14	M. Iqbal	25	PLK	Satpam	02196122434	48	0	3	1	2	110	70	169	54,5				
Senin	30	E15	Romadhani Ardi	24	FTUI	teknisi	08561539284	24	24	3	1	2	115	78	165,5	59				
Senin	30	E16	Syamsuri	22	PLK	Satpam	085610275238	24	0	2	1	1	110	70	165	48				
Senin	30	E21	Agus Triawan	22	PLK	Satpam	085718716883	3	0	4	1	2	122	83	167	73				
Senin	30	E22	Andri Andrian	24	PLK	Satpam	085697519598	24	0	3	1	2	110	73	167	55,5				
Senin	30	E23	Chaidir	24	PLK	Satpam	081388069572	3	0	3	1	2	115	72	165,5	72				
Senin	30	E24	Eda Syarifudin	23	PLK	Satpam	02192443995	3	24	3	1	2	100	60	173,5	62				
Senin	30	E25	Gatot S	25	PLK	Satpam	08561371410	3	0	4	2	1	110	80	180	65,5				
Rabu	25	E32	Cece Latif	29	FTUI	Umum	02178888805	108	0	2	2	2	118	75	154	44				
Rabu	25	E34	Jamawan	24	PLK	Satpam	085778175821 26	3	38	3	1	2	119	70	174	58				
Rabu	25	E35	M.Fauzi	23	PLK	Satpam	02197450209	3	24	3	1	2	113	78	170,5	59,5				
Rabu	25	E36	Yogi Agustian	21	PLK	Satpam	085691018387	3	36	3	1	2	118	78	164,5	62				

Rabu	1	F11	Bastiar DJ	23	PLK	Satpam	085780263389	3	0	3	1	2	120	70	164,5	51,5
Rabu	1	F12	Gilang D P	21	PLK	Satpam	02194616338	3	4	3	1	2	115	80	178	63
Rabu	1	F13	Hendro Prasyo	23	FTEUI	Umum	085710793119	24	32	3	2	2	105	70	165	56
Rabu	1	F14	M. Alkhfan	34	PLK	Satpam	081381791977	240	0	3	2	2	128	73	172	62
Rabu	1	F15	Rudi Hardianto	20	PLK	Satpam	02198816342	3	3	3	1	2	100	70	170,5	64
Rabu	1	F16	Sabar Setiono	23	PLK	Satpam	081386582024	3	8	3	1	2	110	80	173	66
Selasa	31	F21	Banu Wardana	23	PLK	Satpam	085782236971	24	24	3	1	1	120	73	167	65
Selasa	31	F22	Budi Santoso	23	PLK	Satpam	081515533572	3	48	3	1	2	144	94	167	83
Selasa	31	F23	Fendy Gintoro	19	PLK	Satpam	08812575751	3	9	3	1	2	112	74	169	50
Selasa	31	F24	M. Ishak	19	PLK	Satpam	085693486214	3	0	3	1	2	115	70	166	59
Selasa	31	F25	Suganda Ibrahim	22	PLK	Satpam	02198731370	3	36	3	1	2	124	95	167,4	59,5
Selasa	31	F26	Trikooyo	30	PLK	Satpam	08561118359	96	0	3	2	2	122	98	169	84
Jumat	27	F31	Abu Ali Usman	25	Kantin FTUI	kantin	02197276212	41	36	2	1	2	110	80	155	57
Jumat	27	F32	Ahmad Apriadi	28	PLK	Satpam	081585192119	24	60	3	1	2	130	100	174	70
Jumat	27	F33	Angga Imanullah	22	PLK	Satpam	02190486194	3	60	3	1	2	99	68	165	51
Jumat	27	F34	Aris	22	PLK	Satpam	085888493848	3	0	3	1	2	130	80	170	60
Jumat	27	F35	Azka Syawali	18	PLK	Satpam	085717288122	3	0	3	1	2	128	90	171	65
Jumat	27	F36	Ivan Sihombing	21	Industri	aslab	081385896183	8	1	3	1	1	98	67	170	59