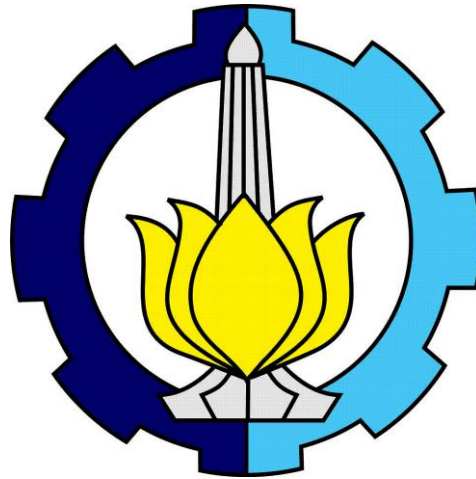


**LAPORAN
FINAL PROJECT
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK FISIKA ITS
TAHUN AJARAN 2021/2022**



**ANALISIS ANNOYANCE LEVEL TERHADAP SUARA
PERALATAN RUMAH TANGGA**

DISUSUN OLEH

- | | |
|---------------------------|----------------|
| 1. Ahmad Miftahul Huda | 02311940000058 |
| 2. Bagus Adam Prasetyo | 02311940000018 |
| 3. Moch. Ardaffa Tsaqif A | 02311940000149 |
| 4. M. Faiz Rahmadani | 5009201112 |

**LABORATORIUM VIBRATIC
DEPARTEMEN TEKNIK FISIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

DAFTAR ISI

| | |
|---|----|
| DAFTAR ISI..... | 2 |
| DAFTAR GAMBAR..... | 4 |
| DAFTAR TABEL..... | 5 |
| BAB I..... | 6 |
| PENDAHULUAN..... | 6 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 6 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 6 |
| 1.3 Batasan Masalah | 6 |
| 1.4 Tujuan..... | 7 |
| BAB II | 8 |
| DASAR TEORI..... | 8 |
| 2.1 Bunyi | 8 |
| 2.2 Background Noise..... | 9 |
| 2.3 Annoyance Level | 10 |
| 2.4 Loudness | 11 |
| 2.5 Sharpness | 11 |
| 2.6 Roughness | 12 |
| 2.7 Shapiro Wilk | 12 |
| 2.8 Koefisien Korelasi Pearson..... | 13 |
| 2.9 Ruang Semi-Anechoic..... | 13 |
| BAB III..... | 14 |
| PROSEDUR PERCOBAAN..... | 14 |
| 3.1. Prosedur Perekaman | 14 |
| 3.2. Pemotongan Suara..... | 16 |
| 3.3. Annoyance Estimation - Listening test 1..... | 21 |
| 3.4. Listening Test 2: Effect of Loudness | 21 |
| 3.5 Pengolahan Stimulus untuk mendapatkan Metrik Psikoakustik | 22 |
| 3.5.1 Loudness | 22 |
| 3.5.2 Sharpness | 22 |
| 3.5.3 Roughness | 22 |
| 3.5.4 Pengujian Saphiro-Wilk..... | 23 |

| | |
|-----------------------------------|----|
| 3.5.5 Korelasi Pearson | 26 |
| BAB IV | 27 |
| ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN | 27 |
| 4.1 Analisa Data | 27 |
| 4.2 Pembahasan | 39 |
| BAB V | 42 |
| PENUTUP | 42 |
| 5.1 Kesimpulan | 42 |
| 5.2 Saran | 42 |
| DAFTAR PUSTAKA | 43 |
| LAMPIRAN | 45 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Pemodelan terjadinya bunyi dengan sistem bola golf yang dihubungkan dengan pegas | 9 |
| Gambar 2.2 Metodologi koreksi background noise berdasarkan ISO 16032 | 10 |
| Gambar 2.3 Persamaan Sharpness | 12 |
| Gambar 2.4 Persamaan Koefisien Korelasi Pearson | 13 |
| Gambar 3.1 Posisi Sound Recorder terhadap Peralatan Rumah Tangga | 15 |
| Gambar 3.2 Tampilan dasar audacity..... | 16 |
| Gambar 3.3 Proses memasukkan file audio | 16 |
| Gambar 3.4 Proses memasukkan file audio (2) | 17 |
| Gambar 3.5 Tampilan ketika file sukses dimasukkan..... | 17 |
| Gambar 3.6 Data Parameter Psikoakustik | 24 |
| Gambar 3.7 Proses Analyzing Descriptive Statistic..... | 24 |
| Gambar 3.8 Pemilihan Variabel untuk Diuji Normalitasnya..... | 25 |
| Gambar 3.9 Plotting variabel yang telah dipilih..... | 26 |
| Gambar 3.10 Hasil Plot Test of Normality | 26 |
| Gambar 4. 1 <i>Loudness Terhadap Annoyance Listening Test 1</i> | 29 |
| Gambar 4. 2 <i>Plot Sharpness Terhadap Annoyance</i> | 29 |
| Gambar 4. 3 <i>Plot Roughness Terhadap Annoyance</i> | 29 |
| Gambar 4. 4 <i>Plot Annoyance Level Stimuli Listening Test 1</i> | 30 |
| Gambar 4. 7 <i>Roughness Terhadap Annoyance Listening Test 2</i> | 34 |
| Gambar 4. 8 <i>Annoyance Level Stimuli Listening Test 2</i> | 34 |
| Gambar 4. 10 <i>Loudness Listening Test 2</i> | 37 |
| Gambar 4. 11 <i>Sharpness Listening Test 1</i> | 37 |
| Gambar 4. 12 <i>Sharpness Listening Test 2</i> | 38 |
| Gambar 4. 13 <i>Roughness Listening Test 1</i> | 38 |
| Gambar 4. 14 <i>Roughness Listening Test 2</i> | 38 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 4. 1 Hasil Analisis Data Parameter Akustik Listening Test 1..... | 27 |
| Tabel 4. 2 Demografi Naracoba | 28 |
| Tabel 4. 3 Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk Keempat Parameter Audio Listening Test 1 | 30 |
| Tabel 4. 4 Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk Keempat Parameter Audio Listening Test 2..... | 30 |
| Tabel 4. 5 Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk Keempat Parameter Audio Listening Test 1 Setelah Outliers Dibuang | 31 |
| Tabel 4. 6 Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk Keempat Parameter Audio Listening Test 2 Setelah Outliers Dibuang | 31 |
| Tabel 4. 7 Hasil Nilai Korelasi Pearson Pada Audio Listening Test 1 | 32 |
| Tabel 4. 8 Hasil Analisis Data Parameter Akustik Listening Test 2..... | 32 |
| Tabel 4. 9 Hasil Nilai Korelasi Pearson Pada Listening Test 2 | 34 |
| Tabel 4. 10 Distribusi Parametes Pada Listening Test 1 dan 2..... | 35 |
| Tabel 4. 11 Tingkat Annoyance Level Pada Peralatan Rumah Tangga..... | 39 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap hari kita terpapar berbagai suara yang dihasilkan dari berbagai sumber suara di sekitar kita. Paparan suara tersebut menimbulkan berbagai respon psikologis. Suara yang mengganggu seringkali memberikan efek psikologi seperti dapat menimbulkan stress serta dalam penelitian Frescura, A., et al disebutkan bahwa gangguan di rumah akibat berbagai sumber suara dari tetangga mulai menjadi perhatian. Paparan kebisingan dari tetangga tersebut dapat menimbulkan stress dan mengurangi kualitas kesejahteraan penghuninya. Suara percakapan tetangga, suara langkah kaki orang dewasa, suara anak kecil berlari, dan suara musik piano menjadi objek dalam penelitian ini[1].

Pada penelitian yang dilakukan di Eropa oleh Alayrac, M. et al. Dijelaskan bahwa tingkat kebisingan tinggi yang terus – menerus dapat menyebabkan gangguan tidur, tekanan darah tinggi, penyakit kardiovaskular, gangguan kognitif pada anak-anak. Perasaan jengkel juga menjadi akibat dari terlalu banyak mendengar kebisingan[2]

Gangguan akibat suara tidak hanya terjadi di rumah, namun juga terjadi juga industri dan menjadi perhatian karena berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ali S. Di Mesir ada dekade belakangan telah terjadi industrialisasi masif di Mesir, sumber suara tersebar di area industri pada beberapa kota dan suara menimbulkan efek pada individu dalam jumlah yang besar. Akhir-akhir ini kebisingan merupakan salah satu penyebab dari annoyance dan kehilangan kemampuan pendengaran[3].

Pada final project kali ini, dilakukan evaluasi tingkat gangguan akibat suara yang ditimbulkan oleh produk rumah tangga dan membandingkan mengapa sebuah produk dapat menjadi lebih mengganggu daripada produk lainnya dan hal ini dapat membantu untuk memperbaiki keluaran suara pada masing-masing perangkat. Berbagai perangkat rumah tangga yang menghasilkan suara dievaluasi sehingga dapat diketahui pengaruhnya pada tingkat gangguan yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana cara mengukur tingkat gangguan akibat suara yang timbul dari penggunaan alat-alat rumah tangga yang ada di rumah?
- b. Bagaimana pengaruh parameter psikoakustik yaitu : *loudness*, *sharpness*, dan *roughness* terhadap tingkat gangguan yang dihasilkan?

1.3 Batasan Masalah

Pengukuran tingkat gangguan akibat suara hanya terbatas pada suara yang timbul dari penggunaan alat-alat elektronik rumah tangga yang tersedia oleh para penulis / penyusun seperti blender, pencukur kumis, dan hairdryer.

1.4 Tujuan

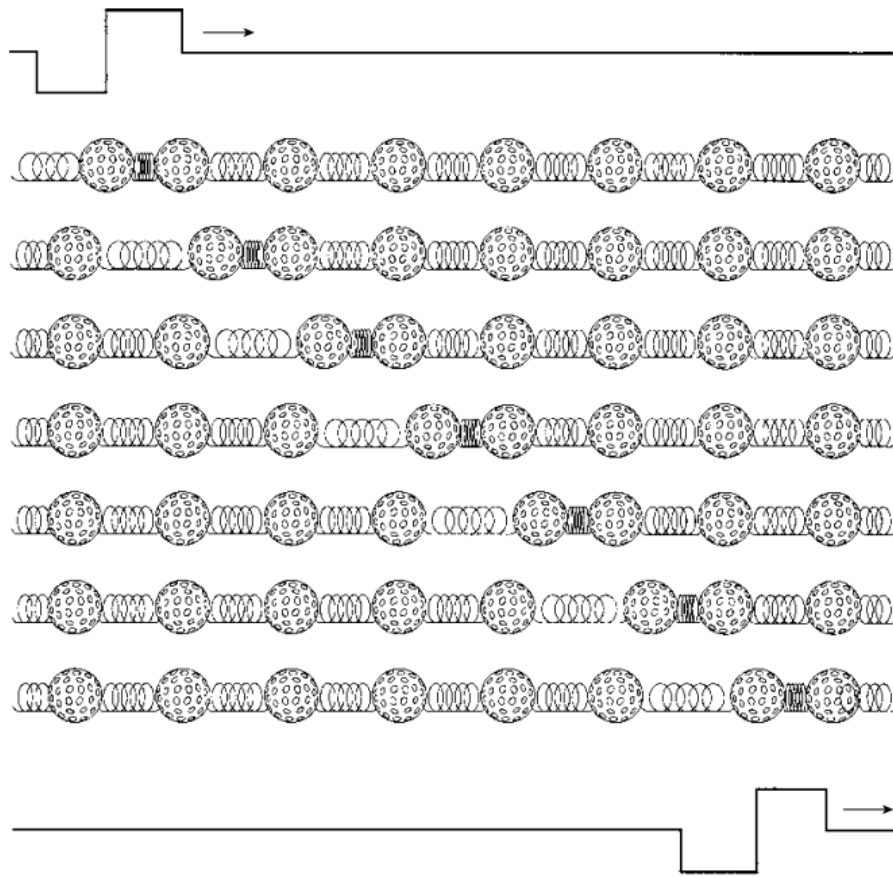
- a. Mengetahui cara mengukur tingkat gangguan akibat suara yang timbul dari penggunaan alat-alat rumah tangga yang ada di rumah.
- b. Mengetahui pengaruh parameter psikoakustik yaitu : *loudness*, *sharpness*, dan *roughness* terhadap tingkat gangguan yang dihasilkan.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Bunyi

Bunyi adalah suatu fenomena yang dibuat oleh benda yang bergetar. Getaran suatu benda menyebabkan timbulnya tekanan ke medium sekitarnya (misalkan : udara) yang menyebabkan terjadinya pergerakan partikel medium sekitarnya dengan membawa energi. Gelombang bunyi merupakan gelombang longitudinal yang terdiri dari dua peristiwa utama yaitu compression(kompresi) dan rarefaction(penghalusan) [9]. Proses pembuatan gelombang bunyi dapat dimodelkan dengan sistem bola golf yang dihubungkan dengan pegas. Bola golf mewakili massa suatu titik molekul atau partikel, sedangkan pegas menggambarkan gaya antar molekul atau partikel tersebut. Jika dorongan ke arah lain dilakukan pada bola golf di ujung, maka pegas penghubung ke bola golf berikutnya akan terkompresi dan mendorong bola golf selanjutnya pada sistem berbentuk garis lurus tersebut, yang nantinya akan mengompresi pegas selanjutnya, dan seterusnya. Ketika pegas pertama telah melakukan kompresi dan mendorong bola golf ke dua, pegas tersebut akan kembali ke posisi setimbangnya melalui proses yang dinamakan rarefaction (penghalusan) [10]. Ilustrasi dari sekian proses yang telah disebutkan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.1 Pemodelan terjadinya bunyi dengan sistem bola golf yang dihubungkan dengan pegas

Bukit dan lembah pada bagian atas dan bawah gambar menunjukkan peristiwa kompresi dan rarefaction yang terjadi pada medium. Bukit menunjukkan peristiwa kompresi, sedangkan lembah menunjukkan peristiwa rarefaction. Perpindahan kompresi dan rarefaction menunjukkan perambatan bunyi melalui medium.

2.2 Background Noise

Background noise adalah tingkat kebisingan pada lokasi dan waktu tertentu yang diukur tanpa adanya kebisingan yang terputus-putus (kadang ada kadang tidak) seperti sumber noise yang berasal dari lisan. Background noise juga disebut sebagai Ambient atau Residual Noise[4]. Dalam pengukuran, background noise dapat didefinisikan sebagai semua suara selain suara yang ingin diukur. Dalam kasus sehari-hari, background noise dapat mengganggu dalam proses pembicaraan. Pesan yang disampaikan bisa menjadi tidak jelas karena noise yang terjadi. Dalam kasus desibel noise yang terlalu tinggi dapat membahayakan telinga manusia. Batas aman desibel adalah 80 dB, sehingga suara dengan dB lebih dari ambang tersebut bisa menyebabkan gangguan kesehatan pendengaran.

Kegiatan pengukuran hanya dapat dilakukan setelah melakukan pengecekan selisih nilai background noise terhadap suara utama yang akan diukur. Nilai ini digunakan untuk melakukan tindakan selanjutnya pada saat pengolahan data, apakah data tingkat tekanan bunyi harus di koreksi atau tidak perlu [8]. Berikut berbagai macam keadaan pengukuran berdasarkan selisih background noise terhadap suara utama yang diukur.

| Difference between Total and Background sound levels, $L_{Total} - L_{Background}$ / dB | Correction for Background to determine the Specific sound level |
|---|--|
| $L_{Total} - L_{Background} \geq 10$ | None |
| $4 < L_{Total} - L_{Background} < 10$ | Logarithmic correction, i.e. $L_{Specific} = L_{Total} - K$ dB $K = -10 \lg(1 - 10^{-(L_{Total} - L_{Background})/10})$ dB $\Delta L = L_{Total} - L_{Background}$ dB |
| $L_{Total} - L_{Background} \leq 4$ | Equivalent to a difference of 4 dB, i.e. $L_{Specific} = L_{Total} - 2.2$ |

Gambar 2.2 Metodologi koreksi background noise berdasarkan ISO 16032

Berdasarkan gambar 2.1, maka jika selisih tingkat tekanan bunyi yang didapatkan antara background noise dan objek suara utama yang ingin diukur adalah lebih dari 10 dB, maka data yang diperoleh tidak perlu dilakukan koreksi. Namun jika selisihnya kurang dari 10 dB, pengukuran masih bisa dilakukan namun dengan catatan hasil pengukuran harus dikoreksi terlebih dahulu menggunakan persamaan yang tercantum pada gambar 2.1.

2.3 Annoyance Level

Dalam salah satu studi eksperimental paling awal tentang suara dan gangguan, Laird dan Coye mengacu pada teori emosi Titchener yang menyatakan bahwa kita tidak hanya menerima rangsangan apa adanya, kita juga mengalaminya secara afektif, dan pengaruh yang dihasilkannya disebut kesenangan dan ketidakseimbangan. Dengan demikian, gangguan dianggap sebagai proses afektif dasar yang terkait dengan sumber rangsangan. Fidel menganggap penilaian penghuni sebagai hasil keputusan rasional yang melibatkan beberapa variabel : misalnya, beban kebisingan fisik yang sebenarnya, informasi tentang beban kebisingan sebelumnya di daerah tersebut, kepekaan kegiatan yang dimaksudkan sehubungan dengan gangguan dan biaya, dan manfaat dan hasil keputusan berbeda. Fidel tidak percaya bahwa responden akan memutuskan secara rasional dalam setiap keadaan, tetapi dia mengatakan bahwa mereka menyeimbangkan satu hal dengan yang lain, mereka mempertimbangkan keadaan yang berbeda dari situasi mereka, dan ini akan berkontribusi ada fakta yang diketahui bahwa tingkat gangguan yang dilaporkan

secara individual hanya bervariasi secara moderat dengan beban kebisingan fisik. [14]

2.4 Loudness

Properti lain dari suara atau kebisingan adalah loudness atau kenyaringan. Jenis suara yang keras/nyaring biasanya memiliki variasi tekanan yang lebih tinggi daripada suara yang lemah. Variasi tekanan ini dinyatakan dengan satuan Pascal (Pa). Namun pada kenyataannya ketika menggunakan satuan Pa akan merepotkan pengguna karena rentang angka tekanannya akan berkisar antara 20-2.000.000.000. Maka dipakailah skala logaritmik untuk memudahkan pengolahan data dan loudness dinyatakan dalam desibel (dB). Walaupun dua suara memiliki level kenyaringan yang sama belum tentu keras suara secara subjektif sama. Hal ini menyebabkan loudness sulit untuk diukur[5].

Sensasi yang paling sesuai dengan intensitas suara dari stimulus adalah kenyaringan. Hubungan sensasi-stimulus kenyaringan dapat diukur dengan menjawab pertanyaan seberapa keras (atau lebih lembut) suatu suara terdengar dibandingkan dengan suara standar. Ini dapat dicapai dengan mencari rasio dengan mengubah stimulus, atau dengan menilai rasio dua sensasi yang dihasilkan oleh dua rangsangan yang diberikan. Dalam elektroakustik dan psikoakustik, nada 1-kHz adalah suara standar yang paling umum. Alih-alih intensitas suara, biasanya diberikan tingkat intensitas suara. Dalam kondisi medan bebas, nilai ini sesuai dengan tingkat tekanan suara. Tingkat 40 dB nada 1-kHz diusulkan untuk memberikan referensi untuk sensasi kenyaringan, yaitu 1 sone.

2.5 Sharpness

Sharpness atau ketajaman adalah ukuran kandungan frekuensi tinggi suatu suara, semakin besar proporsi frekuensi tinggi semakin tajam suara tersebut. Ketajaman telah digunakan untuk mengukur sebagian kualitas suara seperti mengukur kebisingan mesin dan beberapa peralatan rumah tangga seperti penyedot debu dan pengering rambut[5].

Parameter terpenting yang mempengaruhi ketajaman adalah konten spektral dan frekuensi tengah suara pita sempit. Untuk memberikan nilai kuantitatif, titik referensi dan unit harus didefinisikan. Dalam bahasa Latin, ungkapan "acum" digunakan untuk tajam. Bunyi referensi yang menghasilkan 1 acum adalah derau pita sempit dengan lebar satu pita kritis pada frekuensi tengah 1 kHz yang memiliki tingkat 60 dB. Perhitungan ketajaman dapat dilakukan sebagai berikut berdasarkan DIN 45692.

$$S = C \frac{\int N'_1(z_1) g_1(z_1) z_1 dz_1}{\underbrace{\int N'_1(z_1) dz_1}_N} [\text{acum}].$$

Gambar 2.3 Persamaan Sharpness

Di Sini, z_1 adalah frekuensi yang dinyatakan dalam Bark (Fastl dan Zwicker, 2007), N_0 adalah kenyaringan spesifik (kenyaringan, dalam sones, per Bark), $g_1(z)$ memberikan hubungan antara frekuensi ditransformasikan ke Bark dan ketajaman yang sesuai (akum), dan C adalah konstanta kalibrasi yang dipilih untuk memberikan nilai referensi 1 acum untuk pita sempit lebar pita kritis kebisingan terpusat pada 1000 Hz dengan kenyaringan 4 sone.

2.6 Roughness

Roughness atau kekasaran adalah besaran yang digunakan untuk menggambarkan modulasi yang terjadi lebih dari 20 kali per detik hingga 300 kali per detik. Sejauh ini, roughness telah digunakan sebagai parameter untuk mengukur kualitas suara di beberapa penerapan seperti kebisingan mesin mobil, dan kebisingan dari beberapa alat rumah tangga [7].

Ketika modulasi terjadi lebih dari 20 kali per detik, telinga manusia tidak dapat membedakan modulasi individu. Dengan modulasi 20 hingga 150 kali per detik, ada sensasi nada stasioner, tetapi kasar. Pada frekuensi modulasi yang lebih tinggi (sekitar 150 hingga 300 kali per detik), pendengar sering menggambarkan sensasi mendengar tiga nada terpisah. Satuan yang digunakan untuk menggambarkan kekasaran adalah asper [6]. Satu asper didefinisikan sebagai kekasaran yang dihasilkan oleh nada berfrekuensi 1 kHz yang memiliki tingkat 60 dB beramplitudo 100% dan dimodulasi pada frekuensi 70 Hz [7].

2.7 Shapiro Wilk

Uji Shapiro Wilk adalah sebuah metode atau rumus perhitungan sebaran data yang dibuat oleh shapiro dan wilk. Metode shapiro wilk adalah metode uji normalitas yang efektif dan valid digunakan untuk sampel berjumlah kecil. Dalam penerapannya, para peneliti dapat menggunakan aplikasi statistik antara lain: SPSS dan STATA. Metode Shapiro Wilk menggunakan data dasar yang belum diolah dalam tabel distribusi frekuensi. Data diurut, kemudian dibagi dalam dua kelompok untuk dikonversi dalam Shapiro Wilk. Dapat juga dilanjutkan transformasi dalam nilai Z untuk dapat dihitung luasan kurva normal [13].

2.8 Koefisien Korelasi Pearson

Koefisien korelasi pearson adalah prosedur analisa statistic yang dipakai untuk melihat keeratan hubungn linier antara dua variabel yang skala datanya ditunjukkan oleh interval atau rasio [12]. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$r_{xy} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2}}$$

Gambar 2.4 Persamaan Koefisien Korelasi Pearson

Nilai koefisien korelasi nantinya akan berada pada interval -1 sampai 1 . Jika nilainya mendekati -1 atau 1 maka hubungan keeratan antara dua variabel yang diuji adalah kuat, sebaliknya jika mendekati nol, maka hubungan keeratan nya lemah. Sedangkan tanda positif dan negatif pada hasil perhitungan menunjukkan hubungan antara kedua variabel yang diuji, jika positif maka hubungannya adalah berbanding lurus dan jika negatif maka hubungannya adalah berbanding terbalik. Interpretasi berdasarkan nilainya adalah sebagai berikut.

0 - 0,2 menyatakan hubungan keeratan sangat lemah,

0,2 - 0,4 menyatakan hubungan keeratan lemah,

0,4 - 0,7 menyatakan hubungan keeratan cukup kuat,

0,7 - 0,9 menyatakan hubungan keeratan kuat,

0,9 – 1 menyatakan hubungan keeratan sangat kuat.

2.9 Ruang Semi-Anechoic

Ruang semi anechoic adalah adalah ruangan di mana pantulan suara hanya terjadi oleh lantai. Bagian dinding dan langit-langit ruangan dibuat bersifat menyerap suara sehingga hal ini menyebabkan ruang semi-anechoic ideal untuk pengujian akustik. Kelebihan ruang ini daripada ruang anechoic adalah kemudahan menata peralatan karena kondisi lantai yang kokoh dan lurus [11].

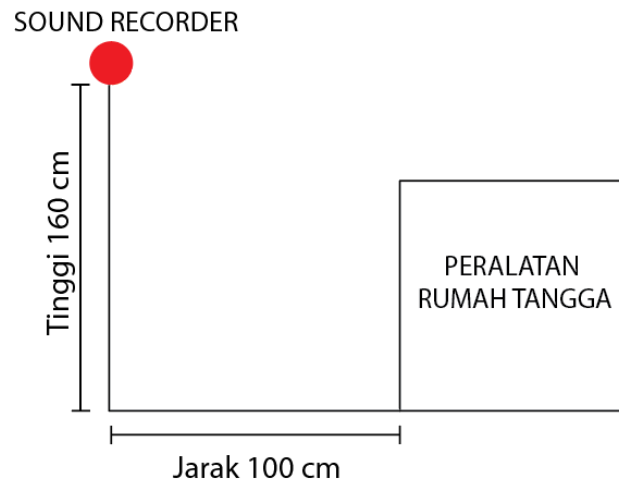
BAB III

PROSEDUR PERCOBAAN

Penelitian ini bertujuan untuk memahami persepsi gangguan terhadap berbagai jenis suara yang dihasilkan oleh peralatan rumah tangga. Peralatan rumah tangga yang dipakai sebagai sumber suara dalam penelitian ini adalah blender, hair dryer, dan pencukur kumis elektrik. Penelitian ini dapat dirangkum menjadi tiga tahap. Tahap pertama adalah perekaman sumber suara. Perekaman ini seharusnya dilakukan pada ruang semi-anechoic, namun karena keterbatasan sumber daya, digunakanlah area tanah lapang agar mendapatkan sifat ruang semi-anechoic yang memungkinkan untuk dilakukan perekaman. Suara yang telah direkam kemudian dipotong untuk digunakan pada tahap selanjutnya. Tahap kedua adalah uji pendengaran untuk mengetahui persepsi gangguan terhadap berbagai jenis suara yang telah direkam. Tes ini dilakukan kepada 15 responden dan dikondisikan sesuai prosedur yang tertera pada ISO/TS 15666. Data subjektif yang diperoleh selanjutnya dikenakan uji Shapiro-Wilk untuk menyeleksi data yang tidak valid agar data yang dipakai nantinya dapat berdistribusi normal dan dapat dilanjutkan ke tahap selanjutnya. Tahap terakhir dalam penelitian ini adalah mencari korelasi antara metrik psikoakustik yang dianalisa (loudness, roughness, dan sharpness) dengan estimasi gangguan subjektif yang didapat dari tes mendengarkan menggunakan koefisien korelasi pearson. Untuk mendapatkan hubungan ini diawali dengan menghitung metrik psikoakustik untuk setiap jenis suara yang diujikan yang dibantu dengan software MATLAB. Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan nilai koefisien korelasi pearson dari setiap metrik psikoakustik yang dianalisis terhadap data subjektif persepsi gangguan yang diperoleh. Data terakhir ini akan menunjukkan metrik psikoakustik mana yang berpengaruh besar terhadap tingkat gangguan yang dirasakan responden.

3.1. Prosedur Perekaman

Pada final project kali ini, dilakukan pengambilan suara dengan metode perekaman dengan satu microphone. Metode ini didasarkan pada studi yang dilaksanakan oleh Atamer et al, pada studi tersebut perekaman suara dilakukan dengan satu microphone, dan perekaman dengan satu microphone disebutkan memiliki kelebihan mudah direplikasi serta memberikan cara untuk membandingkan suara yang dihasilkan oleh alat rumah tangga dengan mudah. Perekaman suara ini tidak bertujuan untuk memproduksi suara peralatan rumah tangga secara binaural namun hanya untuk membandingkan suara peralatan rumah tangga dengan jenis yang berbeda-beda. Proses perekaman dilakukan dengan peletakan microphone sesuai dengan gambar berikut,



Gambar 3.1 Posisi Sound Recorder terhadap Peralatan Rumah Tangga

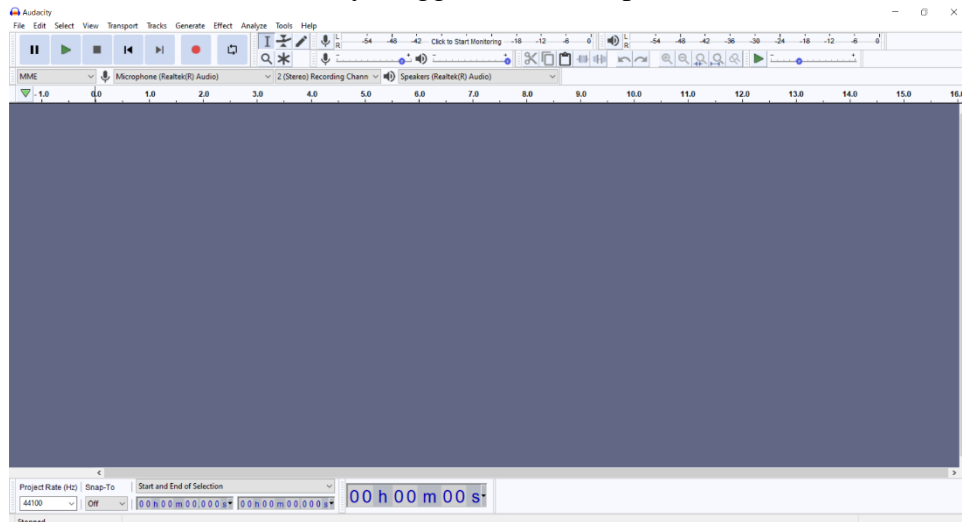
Peralatan rumah tangga yang akan direkam diletakkan dengan jarak 100 cm dari alat perekam suara dengan tinggi alat perekam suara adalah 160 cm dari permukaan bawah alat rumah tangga. Perekaman dilakukan pada rung kedap suara di laboratorium Vibrasi dan Akustik yang memiliki karakteristik semi-anechoic room, yakni tidak ada pantulan suara yang berasal dari samping-samping peralatan rumah tangga namun hanya pantulan yang berasal dari lantai tempat peralatan rumah tangga diletakkan dan peralatan rumah tangga diberi beban sesuai dengan fungsinya. Durasi perekaman disesuaikan dengan lamanya penggunaan alat di kehidupan sehari-hari.

Mendengar suara peralatan rumah tangga bukanlah sesuatu yang dilakukan kebanyakan orang secara aktif. Tidak ada yang duduk di depan peralatan rumah tangga dan mendengarkan suaranya sampai berakhir. Tidak masuk akal untuk merekam suara secara keseluruhan kemudian memperdengarkan ke naracoba. Karena biasanya hanya terdapat beberapa pertemuan acak sesekali dari paparan kebisingan peralatan rumah tangga dalam kehidupan sehari-hari. Sifat acak paparan kebisingan ini membuat pemodelan menjadi rumit. Atamer et al, menyebutkan bahwa model harus mencakup semua kemungkinan peristiwa pendengaran dan berlaku untuk sebagian besar suara saat peralatan bekerja. Untuk alasan ini, dari setiap peralatan rumah tangga yang direkam suaranya apabila peralatan tersebut memiliki lebih dari satu moda penggunaan maka suara dari setiap moda tersebut harus direkam agar mewakili keseluruhan kemungkinan paparan suara di kehidupan sehari-hari. Stimulus suara yang direkam dipotong menjadi 5 detik dari tiap-tiap peralatan rumah tangga yang direkam, hal ini dilakukan agar tes pendengaran tidak rumit dengan banyak sampel suara berulang, untuk mendapatkan hasil tes subjektif yang dapat diandalkan.

3.2. Pemotongan Suara

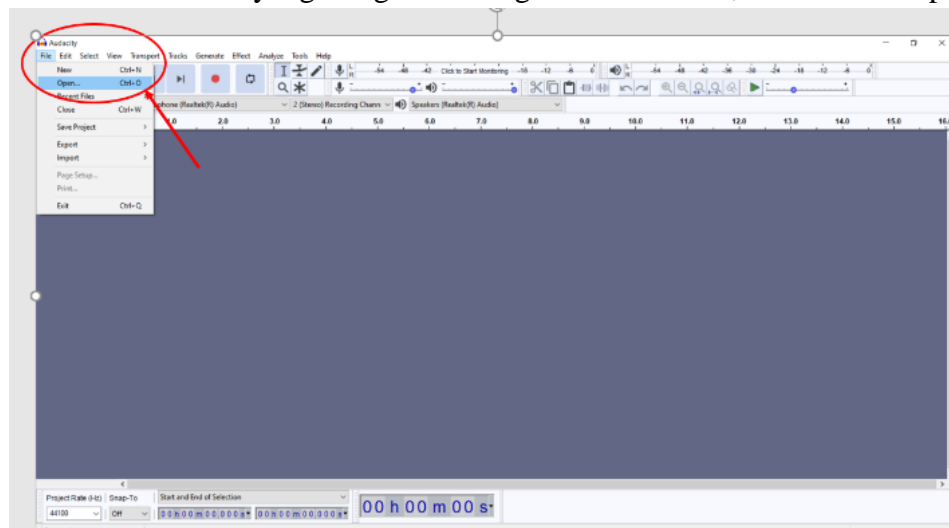
Setiap suara yang telah direkam berdurasi 30 detik hingga 1 menit harus dipotong menjadi 5 detik untuk membuat listening test lebih efektif dan lebih cepat. Pemotongan suara ini dilakukan dengan bantuan software Audacity. Berikut langkah-langkah pemotongan suara menggunakan audacity :

1. Buka software Audacity hingga muncul tampilan berikut



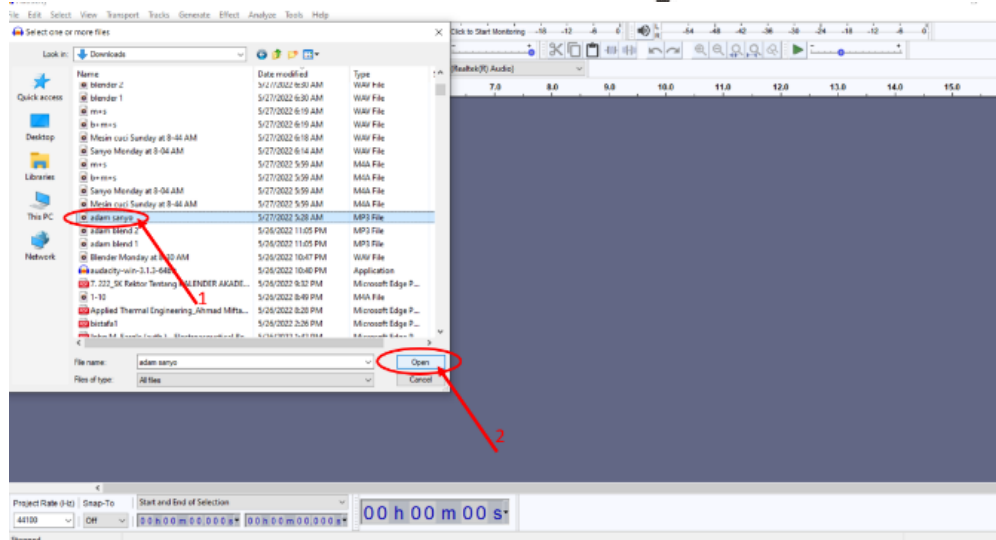
Gambar 3.2 Tampilan dasar audacity

2. Buka file audio yang diinginkan dengan cara klik file, lalu klik open



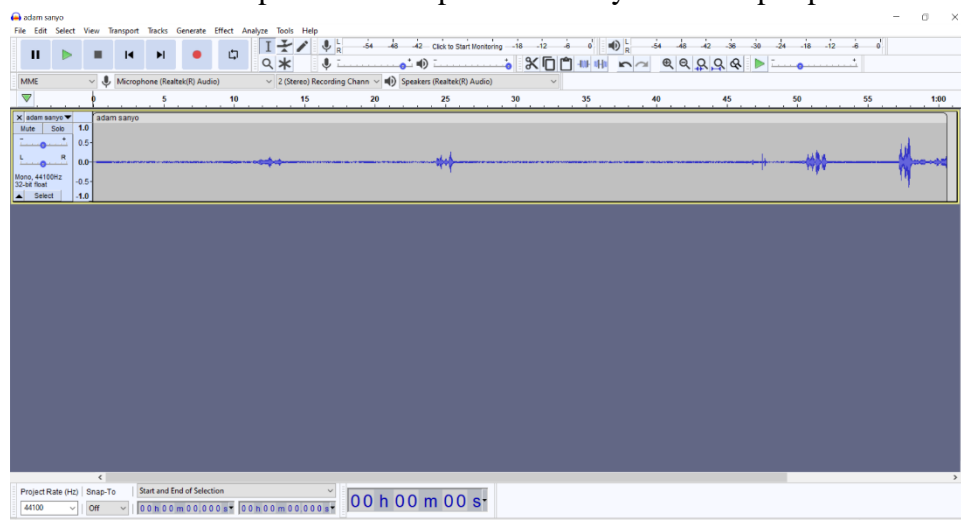
Gambar 3.3 Proses memasukkan file audio

3. Pilih audio yang akan dimasukkan lalu klik open



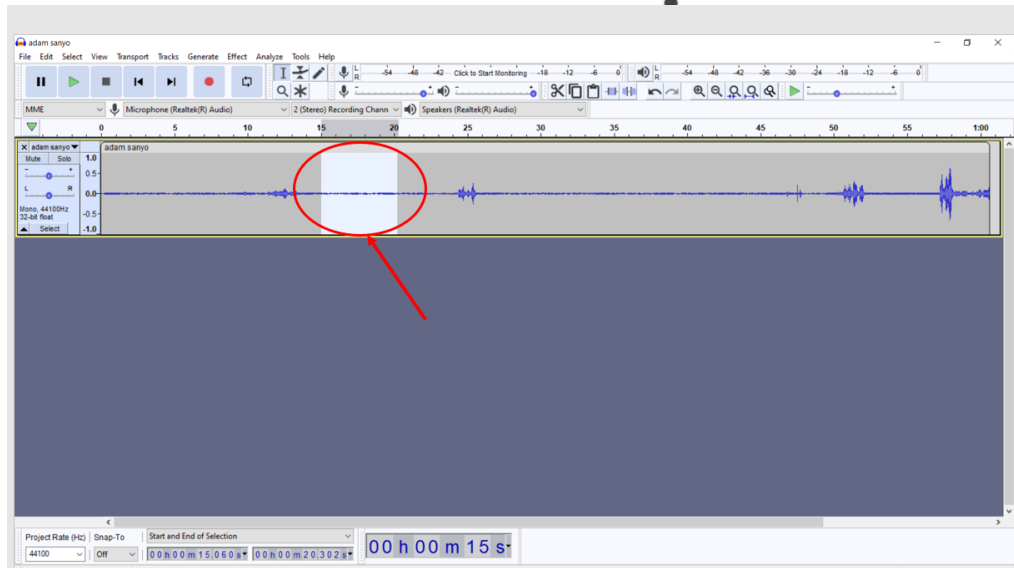
Gambar 3.4 Proses memasukkan file audio (2)

4. Setelah diklik open maka tampilan Audacity akan mirip seperti ini :



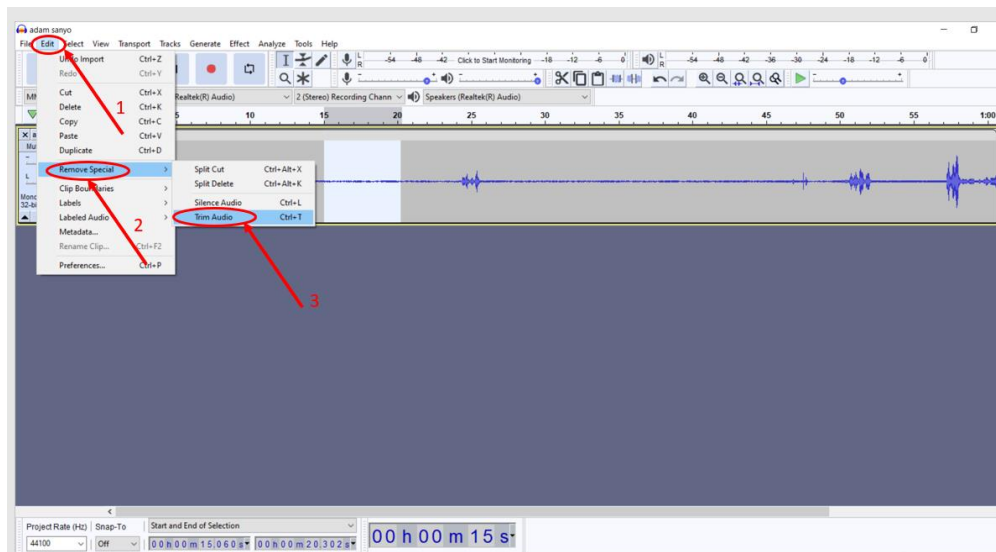
Gambar 3.5 Tampilan ketika file sukses dimasukkan

5. Dengarkan audio dan pilih 5 detik suara yang bebas gangguan (misal : suara kicauan burung atau suara orang berbicara) dan dapat mewakili keseluruhan audio dari alat rumah tangga yang dipilih.
6. Blok 5 detik audio yang dipilih dengan cara klik dua kali pada touchpad laptop, tahan lalu geser sampai durasi 5 detik seperti gambar di bawah ini



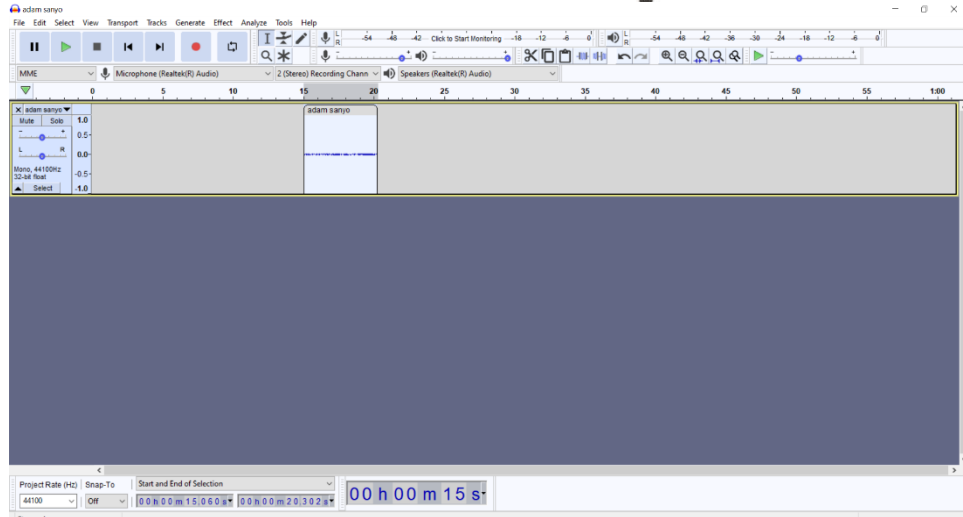
Gambar 3.6 Proses pemilihan audio yang akan dipotong dan disimpan

7. Langkah selanjutnya adalah klik edit, remove special, lalu klik trim audio



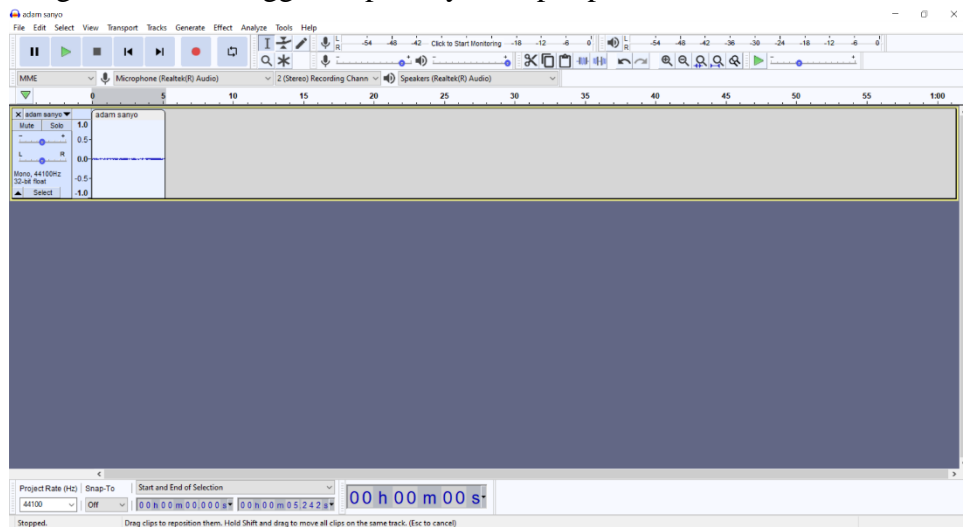
Gambar 3.7 Proses pemilihan audio yang akan dipotong dan disimpan (2)

8. Setelah itu audio akan terpotong dan tampilannya akan mirip seperti ini :



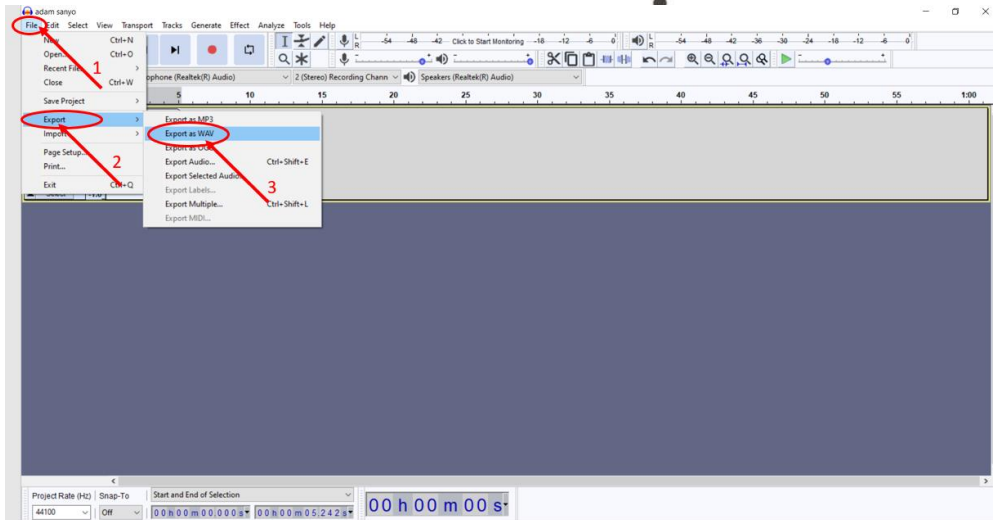
Gambar 3.8 Tampilan Audio berdurasi 5 s

9. Seret audio ke pojok kiri dengan klik dua kali pada judul audio, tahan, dan geser ke kiri hingga tampilannya mirip seperti ini :



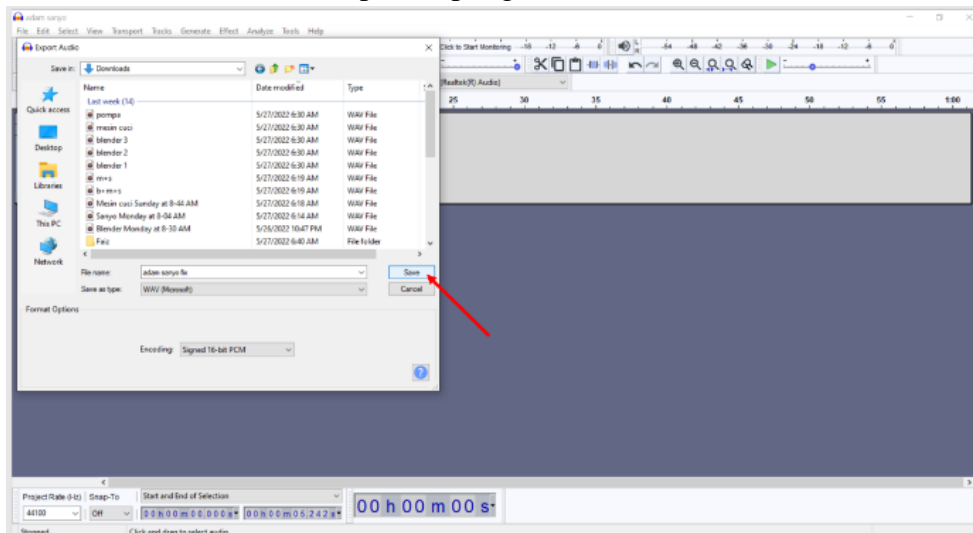
Gambar 3.9 Tampilan Audio berdurasi 5 s (2)

10. Langkah terakhir adalah menyimpan file audio tersebut dengan cara klik file, export, lalu klik export as wav

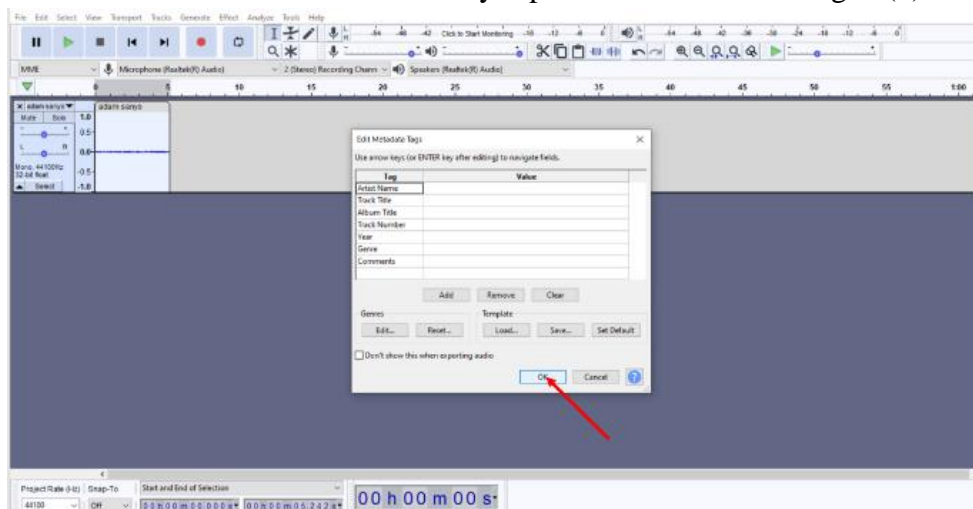


Gambar 3.10 Cara menyimpan file hasil pemotongan

11. Beri nama file tersebut, pilih lokasi Anda menyimpan, klik save, lalu klik ok dan file pun siap digunakan.



Gambar 3.11 Gambar Cara Menyimpan File Hasil Pemotongan (2)



Gambar 3.12 Cara Menyimpan File Hasil Pemotongan (3)

3.3. Annoyance Estimation - Listening test 1

Estimasi gangguan dari kebisingan peralatan rumah tangga diperoleh dengan melakukan lima tes subjektif pendengaran yang berbeda. Pada final project kali ini, tes subjektif pendengaran akan disebut sebagai LT1-LT2. Tes subjektif pendengaran yang pertama adalah tes mendengarkan awal, tes mendengarkan pertama mencakup semua rekaman peralatan rumah tangga. Tes mendengarkan kedua mencakup seluruh rekaman yang ada pada tes pertama, tetapi dilakukan penyamaan dalam tingkat kenyaringan suara. Tujuan dari tes pendengaran yang kedua ini adalah untuk menyelidiki efek kenyaringan pada estimasi gangguan dengan membandingkan hasil tes pendengaran pertama dan tes pendengaran yang kedua. Tes pendengaran yang terakhir yakni tes wawancara bebas dilakukan dan deskripsi verbal dari naracoba dianalisis untuk memahami petunjuk persepsi tentang gangguan dari suara peralatan rumah tangga.

Tes subjektif pendengaran dilakukan di ruangan yang kedap suara. Rangsangan disajikan secara diotik. Perangkat pemutaran sebelumnya dikalibrasi untuk memutar sinyal dalam level tertimbang A. Setiap rangsangan disajikan dua kali, untuk memeriksa validitas interindividual. Naracoba kemudian diminta untuk mengevaluasi gangguan suara pada skala (dari 0 hingga 10) dengan kategori (tidak bising sama sekali, sedikit bising, sedang, bising, sangat bising). Parameter-parameter psikoakustik yang berbeda dihitung dari rekaman suara peralatan rumah tangga. Metrik psikoakustik yang dihitung adalah Loudness, Sharpness, Roughness, dan Tonality.

3.4. Listening Test 2: Effect of Loudness

Perbedaan diantara dua listening test ini adalah pada listening test 2, intensitas rangsangan disamakan berdasarkan tingkat tertimbang A mereka. Tujuan Utama di balik dua listening test ini adalah untuk memahami seberapa dominan kenyaringan dalam estimasi gangguan secara keseluruhan. Fakta yang terkenal dalam studi kualitas suara disebutkan bahwa “kenyaringan biasanya memiliki efek dominan pada kualitas, preferensi, dan perkiraan gangguan”. Kedua Listening test ini dilakukan dimana estimasi gangguan dari tingkat asli dan tingkat yang disamakan dibandingkan satu sama lain. Untuk kedua listening test, analisis korelasi antara gangguan dan kenyaringan, ketajaman, dan kekasaran nada suara telah dilakukan.

Untuk Listening test 4 dengan tingkat yang sama, ketajaman dan nada suara tampaknya relatif dan sangat berkorelasi dengan estimasi penyaringan yang sulit diikuti mengingat definisi psikoakustik dari parameter ini.

3.5 Pengolahan Stimulus untuk mendapatkan Metrik Psikoakustik

3.5.1 Loudness

Untuk mendapatkan parameter Loudness, file audio yang sudah direkam kemudian di import ke MATLAB dan nama file audio tersebut diinput ke kode seperti yang ada di bawah ini :

```
[audioIn,fs] = audioread('Nama File Audio Rekaman.wav');  
loudness = acousticloudness(audioIn,fs)
```

dari kode MATLAB tersebut akan mengeluarkan loudness dari audio yang direkam pada software MATLAB dengan luaran berupa nilai loudness dalam satuan sone.

3.5.2 Sharpness

Untuk mendapatkan parameter Sharpness, file audio yang sudah direkam kemudian di import ke MATLAB dan nama file audio tersebut diinput ke kode seperti yang ada di bawah ini:

```
[audioIn,fs] = audioread('Nama File Audio Rekaman.wav');  
sharpness = acousticSharpness(audioIn,fs,'SoundField','diffuse');  
fprintf('Acoustic sharpness = %0.2f acum\n',sharpness);
```

dari kode MATLAB tersebut akan mengeluarkan sharpness dari audio yang direkam dengan luaran berupa nilai loudness dalam satuan acum.

3.5.3 Roughness

Untuk mendapatkan parameter Sharpness, file audio yang sudah direkam kemudian di import ke MATLAB dan nama file audio tersebut diinput ke kode seperti yang ada di bawah ini

```
[audioInStereo,fs] = audioread('Nama File Audio Rekaman.wav');
```



```
audioIn = (audioInStereo(:,1) + audioInStereo(:,2)) / 2;
```

file audio tersebut akan dikonversi dari stereo menjadi mono untuk kemudian dihitung Roughnessnya menggunakan kode berikut

```
roughness = acousticRoughness(audioIn,fs);  
meanRoughness = mean(roughness);  
displayOutput = ['Average computed value of acoustic roughness is  
' ,num2str(meanRoughness), ' aspers.'];  
disp(displayOutput)
```

dari kode MATLAB tersebut akan mengeluarkan roughness dari audio yang direkam dengan luaran berupa nilai roughness dalam satuan aspers

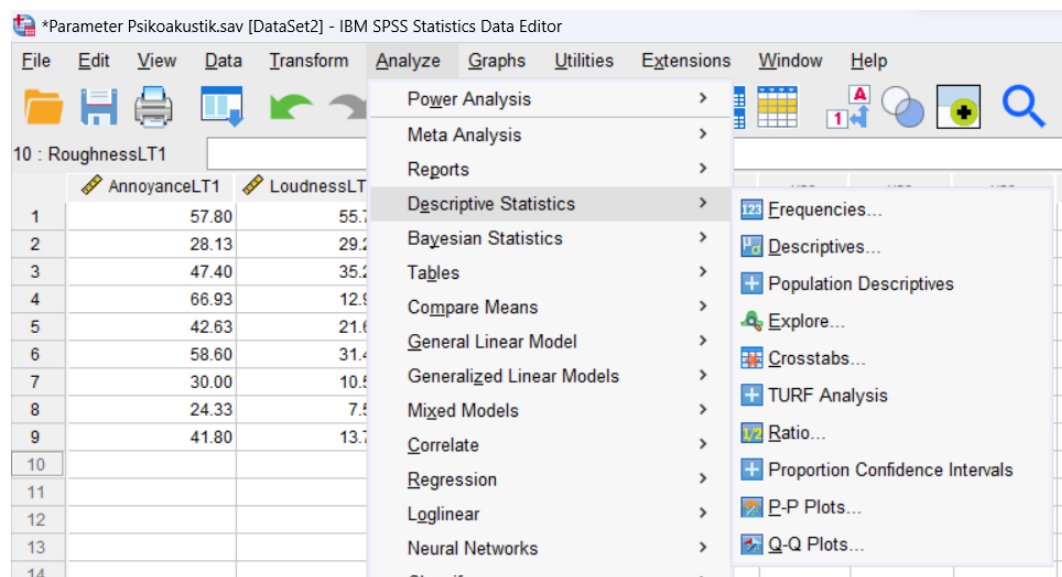
3.5.4 Pengujian Saphiro-Wilk

Metode Shapiro-wilk membandingkan skor dalam sampel dengan kumpulan skor yang terdistribusi normal dengan rata-rata dan simpangan baku yang sama. Jika uji tidak signifikan ($p > .05$) itu memberitahu kita bahwa distribusi sampel tidak berbeda secara signifikan berbeda dari distribusi normal (yaitu mungkin normal). Jika, uji signifikan ($p < .05$) maka distribusi yang dimaksud adalah berbeda secara signifikan dari distribusi normal (yaitu tidak normal). Pengujian dilakukan dengan menginput data-data parameter psikoakustik yang didapatkan ke dalam software SPSS seperti gambar berikut:

| AnnoyanceLT1 | LoudnessLT1 | SharpnessLT1 | RoughnessLT1 |
|--------------|-------------|--------------|--------------|
| 57.80 | 55.72 | 1.90 | .12 |
| 28.13 | 29.20 | 1.89 | . |
| 47.40 | 35.26 | 1.95 | .08 |
| 66.93 | 12.95 | 2.09 | .06 |
| 42.63 | 21.64 | 1.77 | .06 |
| 58.60 | 31.42 | 2.04 | .13 |
| 30.00 | 10.58 | 2.17 | .06 |
| 24.33 | 7.56 | . | .23 |
| 41.80 | 13.73 | 1.97 | .11 |

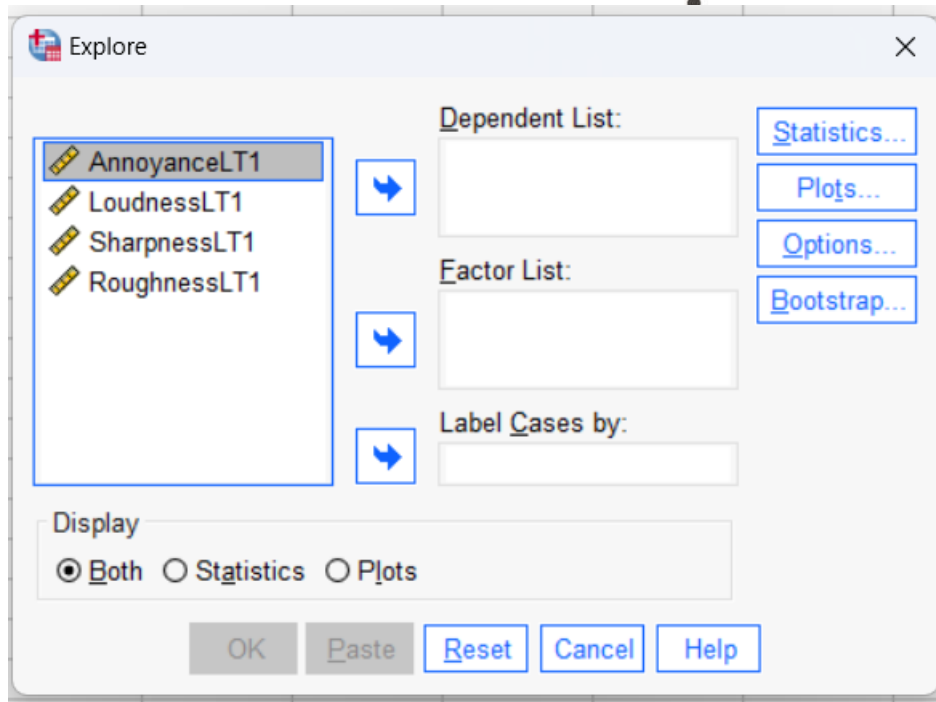
Gambar 3.6 Data Parameter Psikoakustik

Setelah data diinput dilakukan proses analyzing dengan cara klik bagian analyze kemudian pilih menu descriptive statistic kemudian arahkan cursor ke atas menu tersebut dan pilih explore.



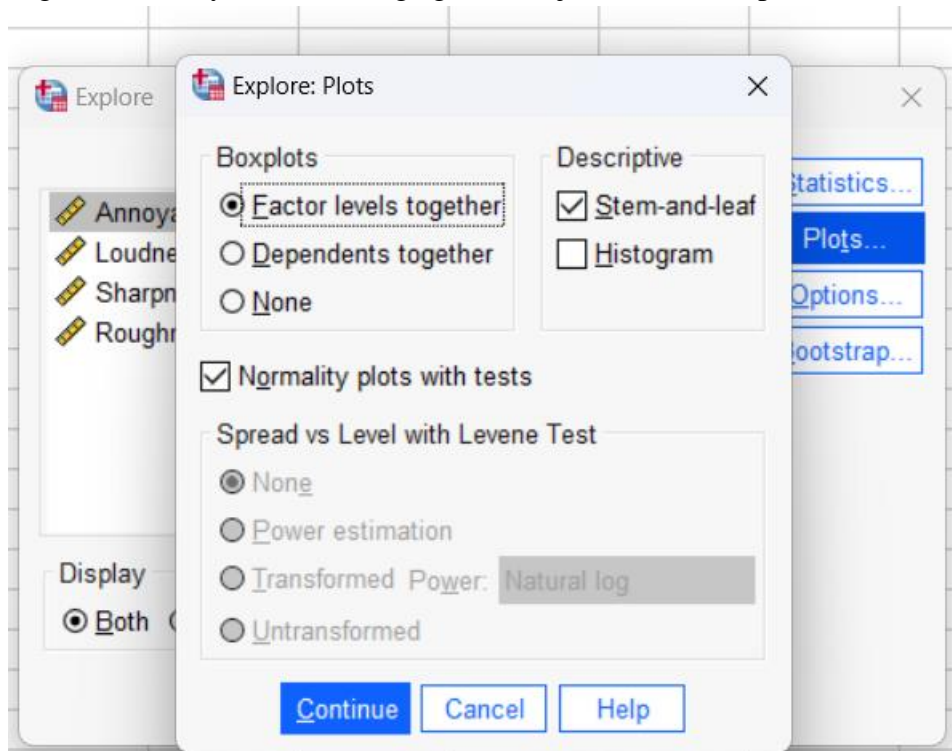
Gambar 3.7 Proses Analyzing Descriptive Statistic

Dari menu explore dilakukan pemilihan variabel yang akan diolah dan diuji normalitasnya. Variabel yang dipilih dimasukkan ke menu dependent list untuk kemudian diolah datanya.



Gambar 3.8 Pemilihan Variabel untuk Diuji Normalitasnya

Setelah variabel-variabel yang akan dihitung dimasukkan, menu plot diklik dan bagian normality test dicentang agar data uji normalitas dapat diketahui.



Gambar 3.9 Plotting variabel yang telah dipilih

Setelah itu akan muncul hasil dari uji saphiro wilk dan dapat terlihat apakah data yang dikumpulkan berdistribusi normal atau tidak.

| Tests of Normality | | | | | | |
|---------------------------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|------|
| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| AnnoyanceLT1 | .179 | 7 | .200 [*] | .966 | 7 | .872 |
| LoudnessLT1 | .202 | 7 | .200 [*] | .887 | 7 | .258 |
| SharpnessLT1 | .117 | 7 | .200 [*] | .990 | 7 | .992 |
| RoughnessLT1 | .240 | 7 | .200 [*] | .845 | 7 | .111 |

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

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 3.10 Hasil Plot Test of Normality

3.5.5 Korelasi Pearson

Setelah data loudness, sharpness, dan roughness didapatkan, maka diperlukan sebuah metode untuk mendapatkan korelasi antara ketiga data tersebut. Perhitungan statistik dilakukan untuk mendapatkan korelasi dengan menggunakan perhitungan koefisien korelasi pearson. Salah satu syarat untuk dilakukan perhitungan nilai koefisien korelasi pearson adalah data yang digunakan harus berdistribusi normal untuk itu dilakukan untuk melakukan validasi apakah data merupakan distribusi normal atau tidak.

Setelah metode Shapiro-Wilk dilakukan dan didapatkan nilai distribusi normal, maka selanjutnya adalah mencari nilai koefisien korelasi pearson menggunakan Microsoft Excel. Berikut adalah langkah-langkah nya :

1. Dibuka excel dan file tabel parameter akustik dari 7 audio rekaman
2. Dibagi 2 data tersebut, pertama terdiri dari rekaman audio 1-4, lalu kedua terdiri dari rekaman audio 5-7.
3. Lalu dilakukan rumus perhitungan Excel untuk tiap parameter akustik untuk mencari nilai koefisien korelasi pearson tiap 2 parameter akustik pada 3 data pertama. Berikut adalah rumusnya : =pearson(array1, array2)
4. Lakukan hal yang sama untuk data kedua yang terdiri dari rekaman audio 5-7.

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data

Pada *final project* mata kuliah akustik kali ini telah dilakukan pengambilan, pengolahan, dan analisis data. Data yang diambil adalah rekaman suara alat rumah tangga serta survey untuk mengetahui tingkat gangguan yang ditimbulkan oleh alat rumah tangga. Pengambilan data rekaman alat rumah tangga dilakukan pada tanggal 30 Mei 2022 pukul 21.00-23.00 di ruangan kedap Laboratorium Vibrasi dan Akustik Teknik Fisika ITS dengan background noise sebesar 43.39 dB. Sumber suara yang digunakan adalah Blender Philips HR1321, Hair Dryer Miyako, Hairdryer Kris, Pencukur Philips, dan Pencukur Kemei. Data yang diambil berupa rekaman suara dari masing-masing peralatan rumah tangga yang telah disebutkan tadi dan suara direkam menggunakan voice recorder yang ada pada smartphone Redmin Note 7 dan untuk pengukuran SPL menggunakan Sound Analyzer App pada smartphone Pixel 3. Dari hasil rekaman audio tersebut kemudian data diolah di MATLAB untuk didapatkan parameter akustik objektif berupa loudness, sharpness, dan roughness. Kemudian untuk mendapatkan parameter akustik subjektif berupa annoyance level dilakukan survei uji subjektif sebanyak 2 tipe listening test dengan listening test yang pertama menggunakan audio asli dan listening test yang kedua menggunakan audio yang telah disamakan tingkat loudnessnya yang berada pada tingkat 33.31-40.73 sone. Dari pengambilan data tersebut didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Hasil Analisis Data Parameter Akustik Listening Test 1

| No | Alat Rumah Tangga | SPL (dB) | Loudness | Sharpness (Acum) | Roughness (aspers) |
|----|-----------------------------|----------|----------|------------------|--------------------|
| 1 | Blender | 76.39 | 55.72 | 1.9 | 0.12079 |
| 2 | Hair Dryer Miyako Level 1 | 57.03 | 29.2 | 1.89 | 0.80076 |
| 3 | Hair Dryer Miyako Level 2 | 62.5 | 35.26 | 1.95 | 0.077837 |
| 4 | Hair Dryer Miyako Level 3 | 66.64 | 12.95 | 2.09 | 0.058535 |
| 5 | Hair Dryer Kriss Level 1 | 61.26 | 21.64 | 1.77 | 0.059637 |
| 6 | Hair Dryer Kriss Level 2 | 67 | 31.42 | 2.04 | 0.12915 |
| 7 | Pencukur Philips | 51.46 | 10.58 | 2.17 | 0.057289 |
| 8 | Pencukur Kemei | 56.19 | 7.56 | 2.73 | 0.23307 |
| 9 | Pencukur Kumis + Hair Dryer | 59.18 | 13.73 | 1.97 | 0.10754 |

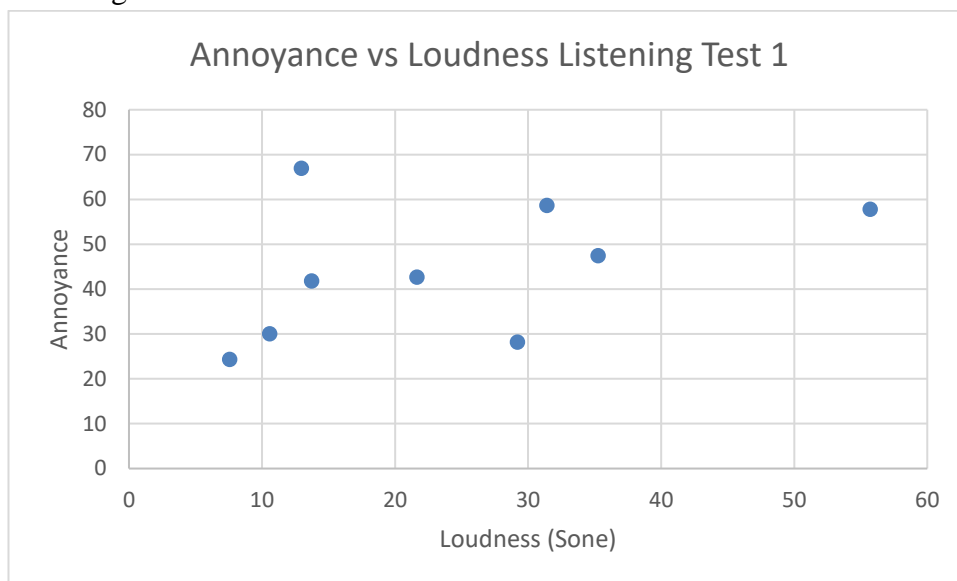
Dari tabel 4.1 di atas dapat diketahui sumber suara yang digunakan untuk audio stimulus pada listening test 1. Annoyance level diukur berdasarkan ISO/TS 15666. Pengukuran annoyance level dilakukan dengan memberikan peserta kuisioner dan

dikuti oleh 15 naracoba yang terdiri dari 14 pria dan 1 wanita dengan rentang umur 18-22 tahun. Peserta mendengarkan 9 rekaman suara sesuai dengan tabel 4.1 terdapat 2 pertanyaan untuk setiap rekamannya sehingga total ada 18 pertanyaan yang wajib diisi oleh naracoba.

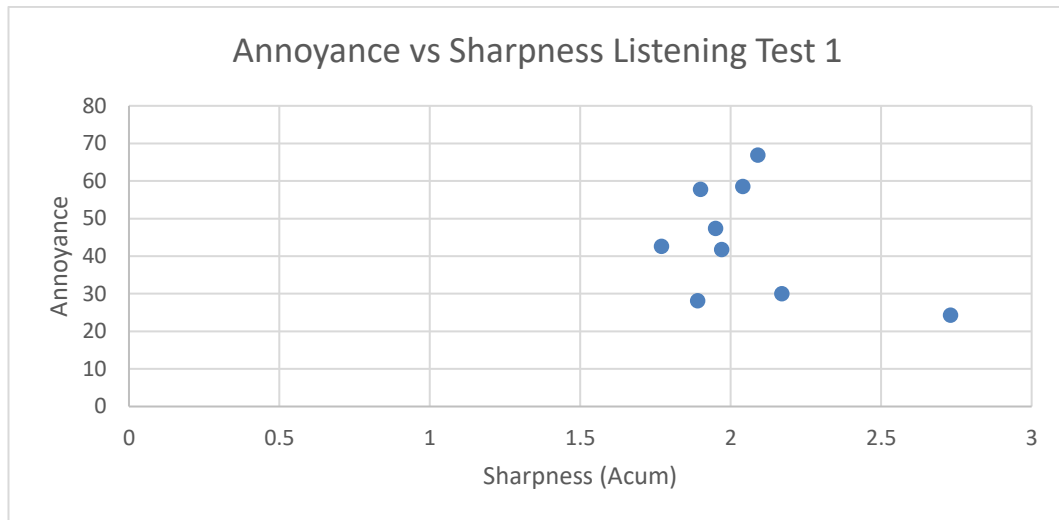
Tabel 4. 2 Demografi Naracoba

| Keterangan | Min | Max | Rata-rata |
|------------|------|--------|-----------|
| Umur | 18 | 22 | 20.625 |
| Komposisi | Pria | Wanita | Total |
| Jumlah | 14 | 1 | 15 |

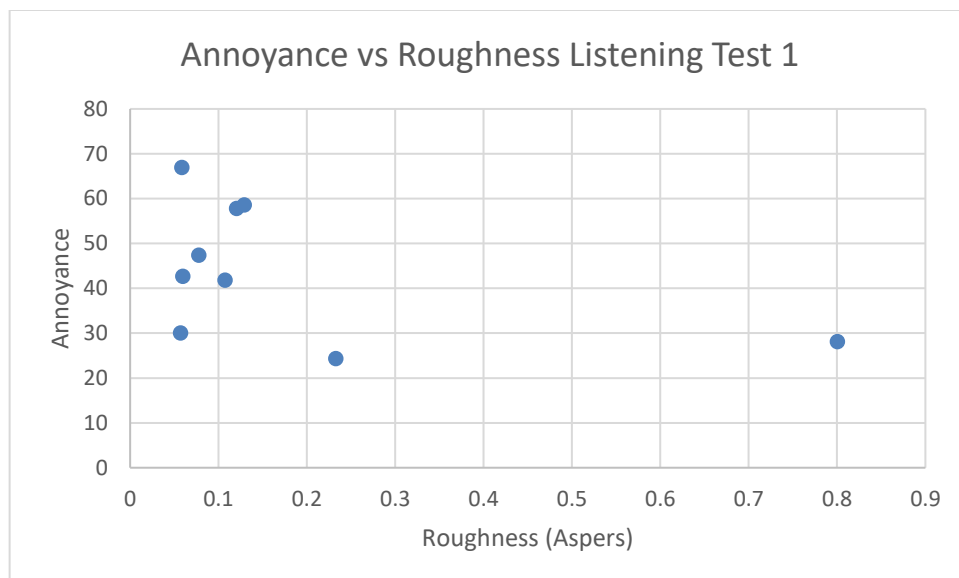
Data-data yang diperoleh kemudian diplot berdasarkan korelasi antara parameter subjektif berupa annoyance level terhadap parameter objektif akustik yaitu loudness, sharpness, dan roughness. Plot korelasi tersebut dapat dilihat pada tabel di gambar ini:



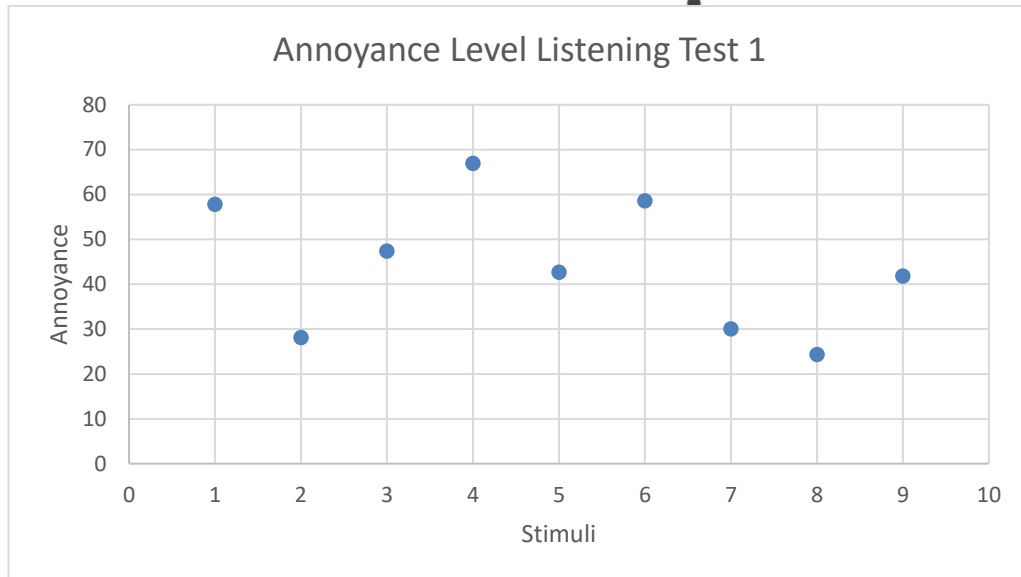
Gambar 4. 1 Loudness Terhadap Annoyance Listening Test 1



Gambar 4. 2 Plot Sharpness Terhadap Annoyance



Gambar 4. 3 Plot Roughness Terhadap Annoyance



Gambar 4. 4 *Plot Annoyance Level Stimuli Listening Test 1*

Setelah diperoleh data dari listening test 1 dilanjutkan dengan pencarian nilai korelasi pearson yang dihitung menggunakan excel. Untuk pencarian nilai korelasi terdapat syarat yaitu data harus berdistribusi normal, untuk itu perlu dilakukan uji normalitas pada parameter akustik subjektif dan objektif yang telah didapatkan dari listening test 1 maupun 2. Uji normalitas dilakukan dengan metode Shapiro-Wilk yang dilakukan menggunakan software SPSS dan mendapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. 3 *Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk Keempat Parameter Audio Listening Test 1*

| Tests of Normality | | |
|--------------------|----|-------|
| Shapiro-Wilk | | |
| Statistic | df | Sig. |
| 0.943 | 9 | 0.616 |
| 0.907 | 9 | 0.293 |
| 0.794 | 9 | 0.017 |
| 0.577 | 9 | 0.000 |

Tabel 4. 4 *Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk Keempat Parameter Audio Listening Test 2*

| Tests of Normality |
|--------------------|
|--------------------|

| Shapiro-Wilk | | |
|--------------|----|-------|
| Statistic | df | Sig. |
| 0.859 | 7 | 0.147 |
| 0.853 | 7 | 0.131 |
| 0.866 | 7 | 0.172 |
| 0.684 | 7 | 0.002 |

Dari hasil uji normalitas pada tabel 4.3 dan 4.4 pada tabel paling kanan terlihat bahwa terdapat 3 parameter data pada hasil uji normalitas yang memiliki nilai <0.05 yang berarti data tidak berdistribusi normal sehingga perlu dilakukan pembuangan outliers atau data yang memiliki skor ekstrem. Setelah data outliers dibuang, hasil dari uji normalitas untuk kedua listening test didapatkan sebagai berikut:

Tabel 4. 5 Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk Keempat Parameter Audio Listening Test 1 Setelah Outliers Dibuang

| Tests of Normality | | |
|--------------------|----|-------|
| Shapiro-Wilk | | |
| Statistic | df | Sig. |
| 0.966 | 7 | 0.872 |
| 0.887 | 7 | 0.258 |
| 0.990 | 7 | 0.992 |
| 0.845 | 7 | 0.111 |

Tabel 4. 6 Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk Keempat Parameter Audio Listening Test 2 Setelah Outliers Dibuang

| Tests of Normality | | |
|--------------------|----|-------|
| Shapiro-Wilk | | |
| Statistic | df | Sig. |
| 0.942 | 5 | 0.683 |
| 0.891 | 5 | 0.363 |
| 0.966 | 5 | 0.852 |
| 0.998 | 5 | 0.999 |

Setelah dilakukan pembuangan outliers, terlihat bahwa pada tiap parameter bahwa hasil uji normalitas berada di angka >0.05 yang berarti data berdistribusi normal dan data bisa digunakan untuk uji korelasi pearson. Uji korelasi pearson dilakukan di excel untuk listening test 1 dan 2 dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. 7 Hasil Nilai Korelasi Pearson Pada Audio Listening Test 1

| Listening Test 1 | | | | |
|--------------------|---------------|----------|------------------|--------------------|
| Keterangan | Annoyance LT1 | Loudness | Sharpness (Acum) | Roughness (aspers) |
| Annoyance LT1 | 1 | 0.38812 | -0.03214 | 0.33803 |
| Loudness | | 1 | -0.44342 | 0.6068 |
| Sharpness (Acum) | | | 1 | -0.12774 |
| Roughness (aspers) | | | | 1 |

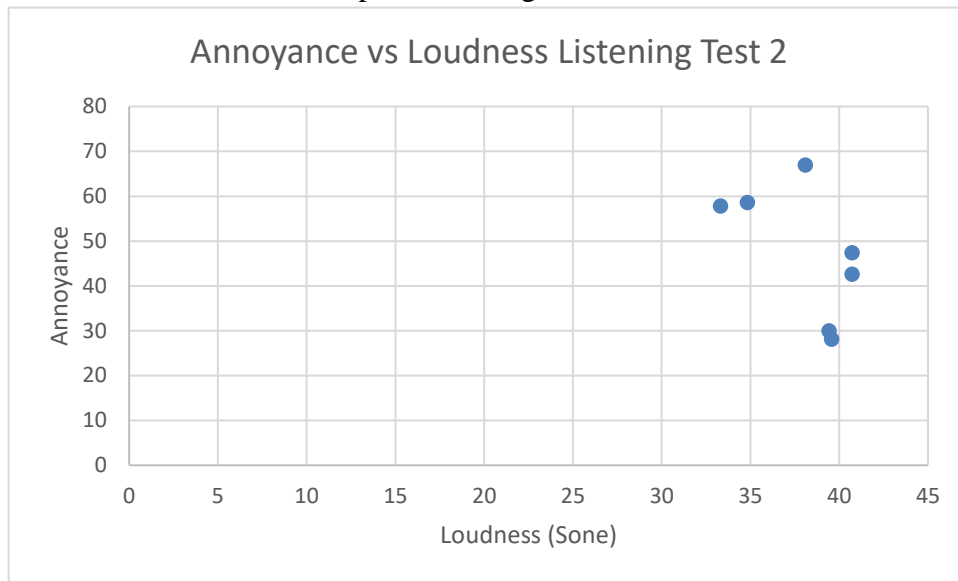
Terlihat bahwa hasil korelasi pada listening test 1 didapatkan hasil sesuai dengan tabel 4.7 dengan korelasi antara annoyance level dengan loudness sebesar 0.38812, annoyance terhadap sharpness sebesar -0.03214, dan annoyance terhadap roughness sebesar 0.33803.

Selanjutnya dilaksanakan analisis hasil listening test 2, pada listening test ini diperdengarkan 6 rekaman audio yang sudah disamakan parameter loudnessnya sehingga memiliki rentang yang sama yaitu antara 33.31-40.73 sone, dengan naracoba yang sama dan jumlah pertanyaan sebanyak 12 pertanyaan. Hasil analisis data listening test 2 didapatkan sebagai berikut:

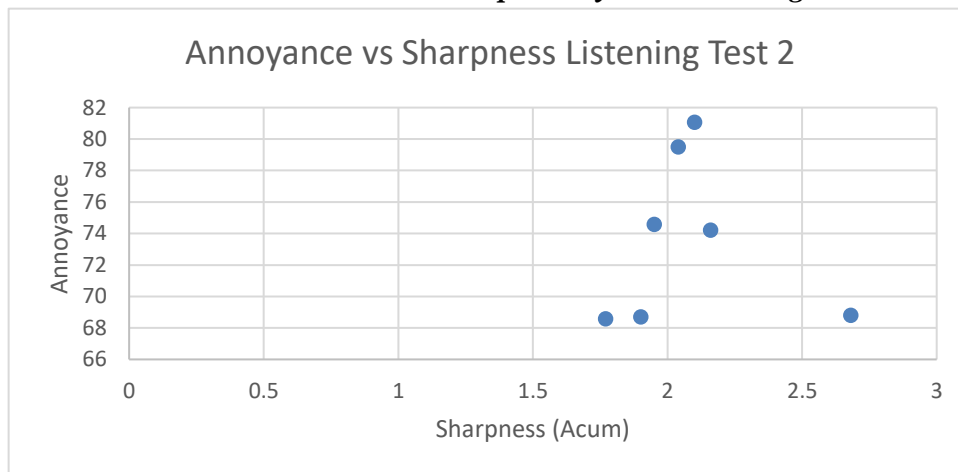
Tabel 4. 8 Hasil Analisis Data Parameter Akustik Listening Test 2

| No | Alat Rumah Tangga | SPL (dB) | Loudness | Sharpness (Acum) | Roughness (aspers) |
|----|---|----------|----------|------------------|--------------------|
| 1 | Matched Loudness_Hairdryer Kris Level 1 | - | 33.31 | 1.77 | 0.061785 |
| 2 | Matched Loudness_Hairdryer Kris Lvl 2 | - | 39.56 | 2.04 | 0.12791 |
| 3 | Matched Loudness_Hairdryer Miyako Level 1 | - | 40.73 | 1.9 | 0.10382 |
| 4 | Matched Loudness_Hairdryer Miyako level 2 | - | 38.09 | 1.95 | 0.081234 |
| 5 | Matched Loudness_Hairdryer Miyako level 3 | - | 40.73 | 2.1 | 0.058142 |
| 6 | Matched Loudness_pencukur kemei | - | 34.83 | 2.68 | 0.33662 |
| 7 | Matched Loudness_Pencukur Rambut Philips | - | 39.42 | 2.16 | 0.09387 |

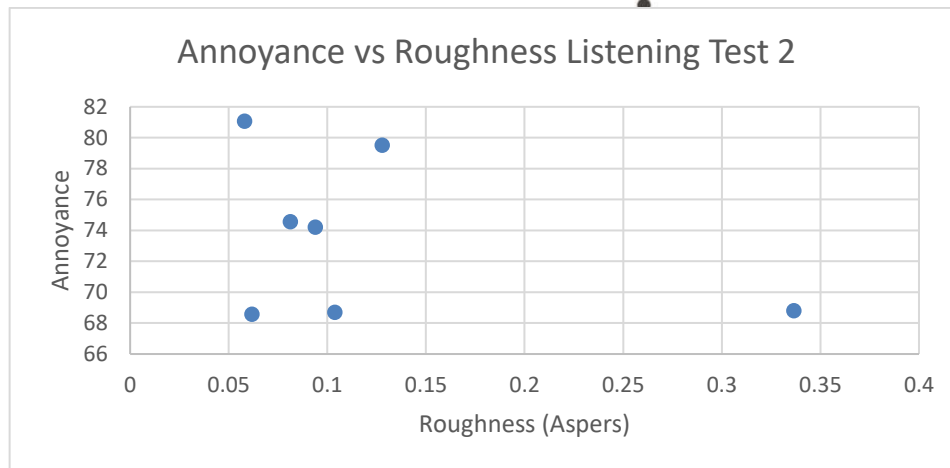
Di bawah ini merupakan plot hasil perbandingan parameter subjektif dan objektif pada listening test 2:



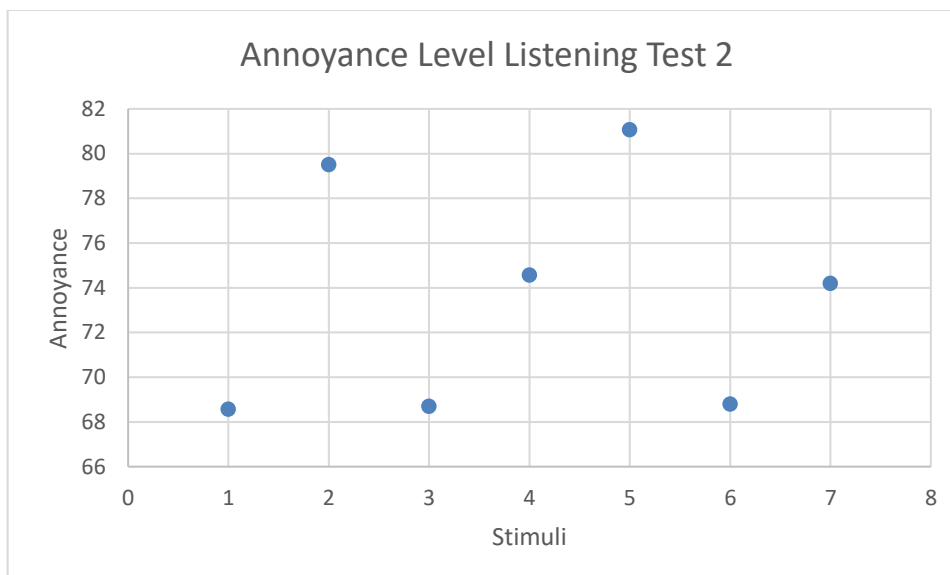
Gambar 4. 5 *Loudness Terhadap Annoyance Listening Test 2*



Gambar 4. 6 *Sharpness Terhadap Annoyance Listening Test 2*



Gambar 4. 7 *Roughness Terhadap Annoyance Listening Test 2*



Gambar 4. 8 *Annoyance Level Stimuli Listening Test 2*

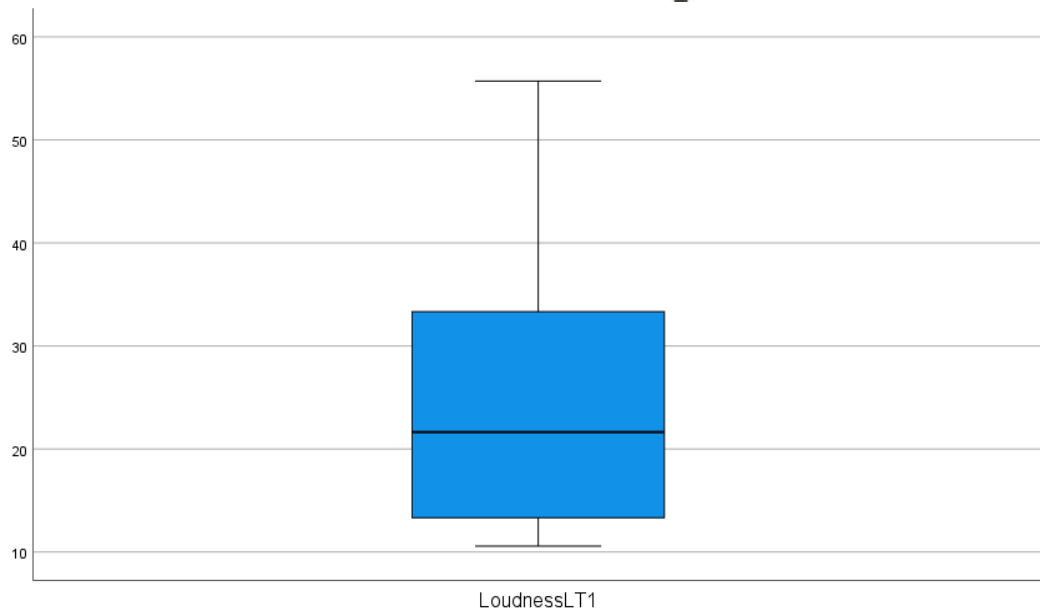
Tabel 4. 9 *Hasil Nilai Korelasi Pearson Pada Listening Test 2*

| Listening Test 2 | | | | |
|--------------------|---------------|-------------|------------------|--------------------|
| Keterangan | Annoyance LT1 | Loudness | Sharpness (Acum) | Roughness (aspers) |
| Annoyance LT1 | 1 | 0.514377397 | 0.735820994 | 0.093795616 |
| Loudness | | 1 | 0.711973649 | 0.421044615 |
| Sharpness (Acum) | | | 1 | 0.229053565 |
| Roughness (aspers) | | | | 1 |

Pada tabel 4.9 terlihat hasil nilai korelasi pearson untuk listening test 2 dengan hasil korelasi antara annoyance terhadap loudness sebesar 0.514377397, annoyance terhadap sharpness sebesar 0.735820994, annoyance terhadap roughness sebesar 0.093795616. Pada kedua hasil listening test diperoleh parameter data sebagai berikut:

Tabel 4. 10 Distribusi Parametes Pada Listening Test 1 dan 2

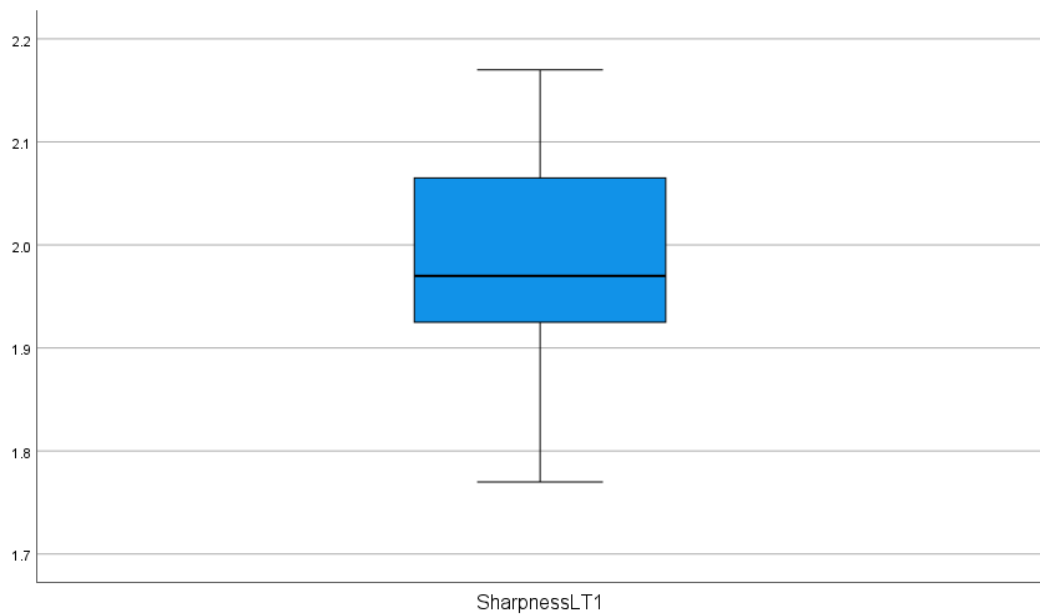
| Parameter | Listening Test 1 | | | Listening Test 2 | | |
|-------------------|------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|
| | Mean | Min | Max | Mean | Min | Max |
| SPL Pembobotan A | 61.9611 | 51.46 | 76.39 | - | - | - |
| Loudness (soneGF) | 25.9 | 10.58 | 55.72 | 38.64 | 33.31 | 40.37 |
| Sharpness (acum) | 1.9843 | 1.77 | 2.17 | 1.9867 | 1.77 | 2.16 |
| Roughness (asper) | 0.0873 | 0.06 | 0.13 | 0.0878 | 0.06 | 0.13 |



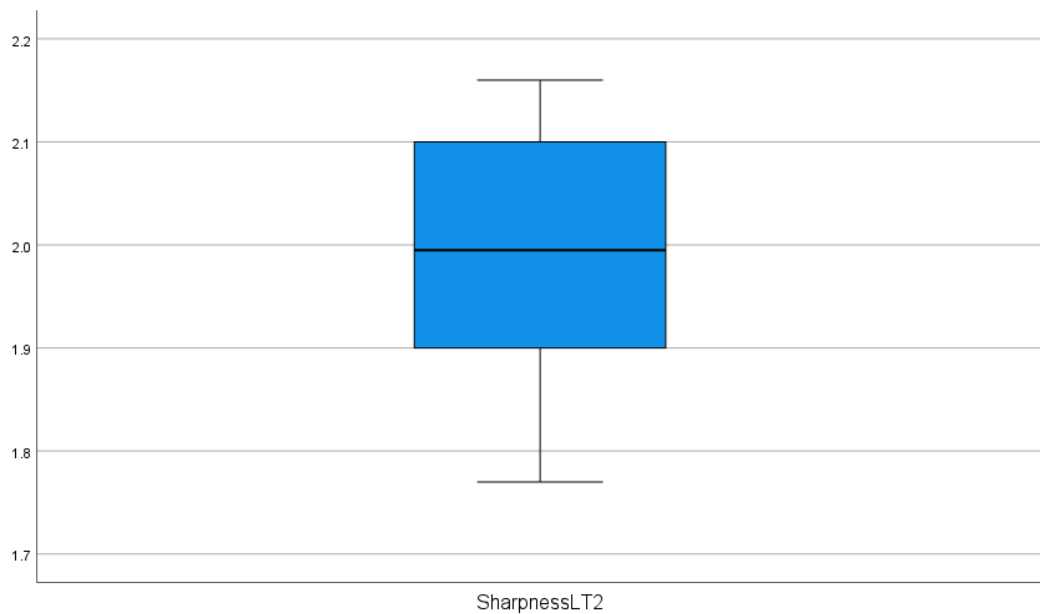
Gambar 4. 9 Loudness Listening Test 1



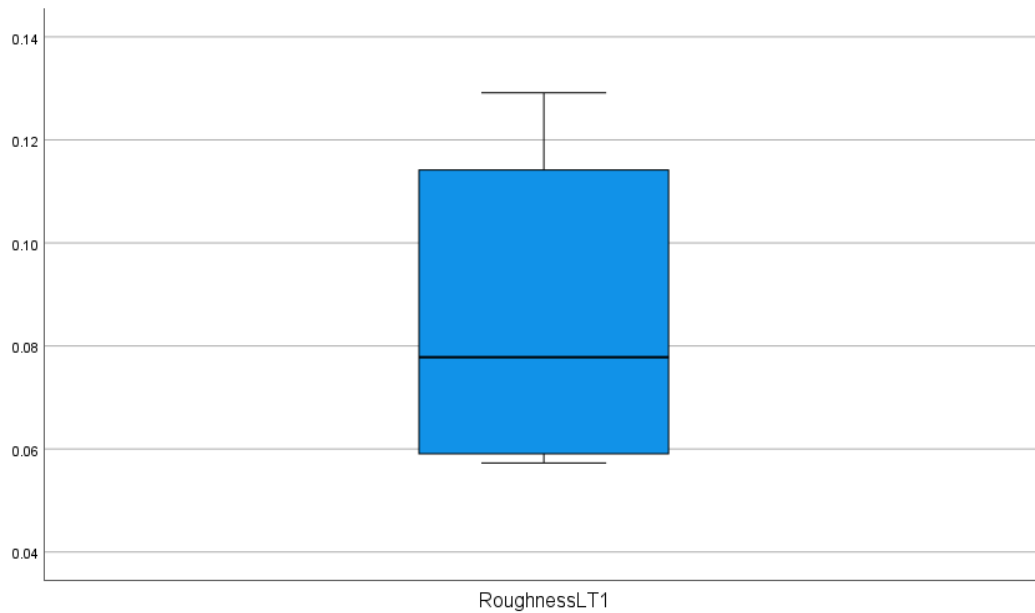
Gambar 4. 10 Loudness Listening Test 2



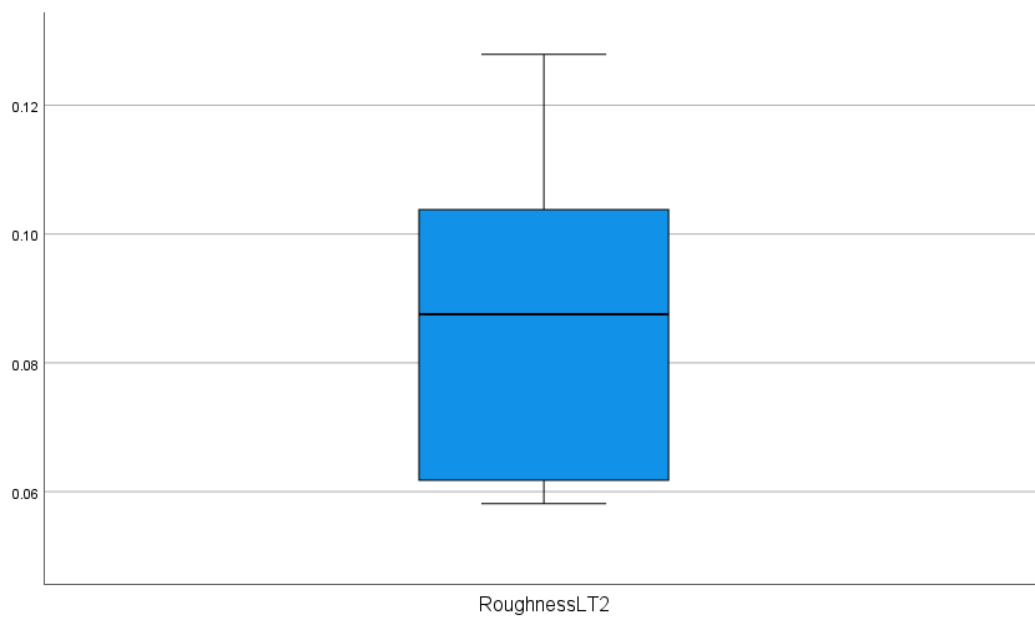
Gambar 4. 11 Sharpness Listening Test 1



Gambar 4. 12 Sharpness Listening Test 2



Gambar 4. 13 Roughness Listening Test 1



Gambar 4. 14 Roughness Listening Test 2

Box plot di atas mempunyai arti sebagai berikut yakni ujung paling bawah merupakan nilai minimum, lalu nilai quartil 1, nilai median, nilai quartil 3, dan paling atas merupakan nilai maksimum

Tabel 4. 11 Tingkat Annoyance Level Pada Peralatan Rumah Tangga

| Audio Stimuli | Annoyance LT1 | Audio Stimuli | Annoyance LT2 |
|-----------------------------|---------------|---|---------------|
| Blender | 57.8 | Matched Loudness_Hairdryer Kris Level 1 | 68.56666667 |
| Hair Dryer Miyako Level 1 | 28.13333333 | Matched Loudness_Hairdryer Kris Lvl 2 | 79.5 |
| Hair Dryer Miyako Level 2 | 47.4 | Matched Loudness_Hairdryer Miyako Level 1 | 68.7 |
| Hair Dryer Miyako Level 3 | 66.93333333 | Matched Loudness_Hairdryer Miyako level 2 | 74.56666667 |
| Hair Dryer Kriss Level 1 | 42.63333333 | Matched Loudness_Hairdryer Miyako level 3 | 81.06666667 |
| Hair Dryer Kriss Level 2 | 58.6 | Matched Loudness_pencukur kemei | 68.8 |
| Pencukur Philips | 30 | Matched Loudness_Pencukur Rambut Philips | 74.2 |
| Pencukur Kemei | 24.33333333 | | |
| Pencukur Kumis + Hair Dryer | 41.8 | | |

4.2 Pembahasan

Final project kali ini dilaksanakan dengan pengambilan data berupa rekaman suara peralatan rumah tangga dan uji subjektif dengan listening test yang kemudian dilaksanakan analisis untuk mendapatkan korelasi antara parameter psikoakustik dari peralatan rumah tangga dan parameter subjektif dari listening test. Naracoba untuk tes subjektif berada pada rentang umur 18-22 tahun dengan rata-rata umurnya adalah 20 tahun sehingga organ pendengaran yang dimiliki bisa dikatakan normal dan belum memiliki gangguan pendengaran. Pada uji subjektif pertama, naracoba diperdengarkan 9 suara yang berasal dari rekaman peralatan rumah tangga. Dapat dilihat pada tabel 4.11 bahwa rata-rata tingkat gangguan akibat suara peralatan rumah tangga pada listening test 1 sebesar 44,181 dan pada listening test 2 sebesar 73,629.

Dapat dilihat dari tabel 4.11 bahwa pada listening test 1 di mana naracoba diperdengarkan suara rekaman asli tanpa perubahan apapun terlihat bahwa Hair

Dryer Miyako Level 3 memiliki tingkat gangguan yang tinggi yakni berada pada level 66,93 yang dapat dikategorikan pada tingkatan A% dan termasuk pada tingkat yang menyebabkan pendengar kesal atau terganggu. Pada listening test 2 juga terlihat bahwa suara Hair Dryer Miyako level 3 yang telah diproses audionya untuk disamakan tingkat loudness dengan audio lainnya, didapatkan bahwa suara Hair Dryer Miyako Level 3 memiliki tingkat gangguan sebesar 81,067 yang mana dapat dikategorikan sebagai sangat mengganggu atau HA% dan dapat menyebabkan pendengar merasa sangat kesal dan sangat terganggu. Kemudian dapat dilihat bahwa 5 dari 9 rekaman alat rumah tangga yang ada pada listening test 1 berada di bawah nilai A% maupun HA% sehingga suara dari Hair Dryer Miyako Level 1, Hair Dryer Miyako Level 2, Hair Dryer Kris Level 1, Pencukur Philips, dan Pencukur Kemei, dan gabungan antara suara Pencukur Philips dan Hair Dryer Kris Level 1 dapat dikategorikan suara yang tidak menyebabkan pendengar merasa kesal maupun terganggu. Namun, saat dilakukan penyamaan parameter Loudness semua suara dari hairdryer dan pencukur didapatkan hasil yang berbeda yakni semua suara dari hairdryer dan pencukur berada pada level A% dan HA% sehingga dapat diketahui bahwa parameter loudness berpengaruh signifikan terhadap persepsi gangguan yang dirasakan oleh naracoba ketika mendengarkan suara dari peralatan rumah tangga.

Setelah dilakukan analisis korelasi tiap parameter pada uji subjektif listening test 1 dan listening test 2 yang diperoleh. Data-data yang didapatkan adalah korelasi annoyance level terhadap loudness, annoyance level terhadap sharpness, dan annoyance level terhadap roughness. Korelasi antara annoyance level dengan loudness dapat dilihat berdasarkan nilai koefisien korelasi pearson yang didapatkan dari uji subjektif. Nilai koefisien korelasi pearson pada listening test 1 dan listening test 2 antara annoyance level dengan loudness didapatkan masing-masing 0,38812 dan 0,735820994. Kedua nilai koefisien korelasi pearson berada pada angka positif dan mendekati nilai 1 sehingga dapat diketahui bahwa loudness berkorelasi tinggi dengan annoyance level. Semakin nyaring suatu bunyi yang didengarkan oleh seseorang maka orang tersebut akan merasa semakin terganggu akibat dari bunyi tersebut. Terlihat juga bahwa nilai korelasi pada listening test 2 lebih tinggi daripada nilai korelasi listening test 1 hal ini disebabkan ketika processing audio pada listening test 2, audio mengalami kenaikan loudness yang cukup signifikan sehingga mempunyai level yang hampir sama untuk semua audio dan menyebabkan pendengar menginterpretasikan audio yang didengar menjadi sangat terganggu seperti yang terlihat pada tabel 4.11 sehingga nilai korelasi bisa lebih tinggi daripada korelasi listening test 1.

Selanjutnya adalah korelasi antar annoyance level terhadap sharpness. Nilai koefisien korelasi pearson dari listening test 1 dan listening tes 2 didapatkan masing-masing sebesar -0,032142066 dan 0.735820994. Terlihat bahwa pada listening test 1 hasil yang didapatkan bernilai negatif dan mendekati 0 sehingga

dapat dikatakan antara annoyance level dan sharpness pada listening test 1 tidak berkorelasi. Namun, pada listening test 2 ketika audio diproses dan disamakan tingkat loudnessnya nilai dari sharpness audio-audio yang digunakan menjadi berbeda dan terlihat bahwa nilai koefisien korelasinya mengalami peningkatan yang sangat signifikan dan dapat diinterpretasikan bahwa pada listening test 2 nilai sharpness memiliki korelasi yang signifikan dengan annoyance level, semakin tinggi tingkat sharpness maka semakin tinggi tingkat gangguan yang ditimbulkan dari suara tersebut.

Uji korelasi yang terakhir adalah menguji korelasi antara parameter annoyance level dengan roughness. Pada listening test 1 diperoleh nilai koefisien korelasi pearson sebesar 0,338032826 dan pada listening test 2 diperoleh nilai koefisien korelasi pearson sebesar 0.093795616. Terlihat bahwa pada uji korelasi listening test 1 koefisien korelasi bernilai positif dan mendekati 0 sehingga dapat diinterpretasikan roughness berkorelasi namun tidak signifikan dan saat listening test 2 diperoleh nilai positif dan dapat dikatakan 0 karena nilainya yang kecil sehingga dapat dikatakan roughness pada listening test 2 tidak berkorelasi sama sekali. Sehingga dapat dikatakan processing yang dilakukan pada audio rekaman dapat berpengaruh terhadap penilaian yang diberikan oleh naracoba.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis dan pembahasan diperoleh beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Peralatan rumah tangga yang memiliki pengaruh gangguan paling tinggi terhadap pendengar adalah Hairdryer dengan level tertinggi dan alat rumah tangga dengan nilai gangguan terendah adalah alat pencukur.
2. Annoyance level memiliki nilai korelasi positif dengan loudness pada kedua listening test, sharpness berada di bawah loudness untuk tingkat korelasinya. Pada posisi terakhir terdapat roughness yang memiliki korelasi paling rendah terhadap annoyance level.
3. Processing terhadap audio untuk menyamakan tingkat loudnessnya memiliki pengaruh signifikan terhadap persepsi gangguan yang dirasakan oleh naracoba.

5.2 Saran

Saran yang bisa diberikan pada kegiatan ini sebagai bahan evaluasi untuk pengukuran dan penilaian selanjutnya antara lain sebagai berikut:

1. Pengambilan data uji subjektif sebaiknya dilaksanakan menggunakan headphone dan peralatan yang lebih memadai agar naracoba bisa memberikan penilaian yang lebih objektif.
2. Perekaman sebaiknya menggunakan alat recording yang lebih berkualitas dan tidak hanya menggunakan handphone saja agar didapatkan parameter akustik yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Frescura and P. J. Lee, "Annoyance provoked by single and combined sound sources from neighbours in wooden residential buildings," *Building and Environment*, vol. 205, Nov. 2021, doi: 10.1016/j.buildenv.2021.108248.
- [2] P. Preisendörfer, U. Liebe, H. Bruderer Enzler, and A. Diekmann, "Annoyance due to residential road traffic and aircraft noise: Empirical evidence from two European cities," *Environmental Research*, vol. 206, Apr. 2022, doi: 10.1016/j.envres.2021.112269.
- [3] S. A. Ali, "Industrial noise levels and annoyance in Egypt," *Applied Acoustics*, vol. 72, no. 4, pp. 221–225, Mar. 2011, doi: 10.1016/j.apacoust.2010.11.001.
- [4] B. J. Smith, S. Owen, and R. J. Peters, *Acoustics and Noise Control*. Prentice Hall, 1996.
- [5] L. E. Kinsler, 0343403969 Kinsler, L. E. Kinsler, A. R. Frey, A. B. Coppens, and J. v Sanders, *Fundamentals of Acoustics*. Wiley, 2000. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=76IRAQAAIAAJ>
- [6] R. Pnonp, "Tonal Consonance and Critical Bandwidth." [Online]. Available: <http://asadl.org/terms>
- [7] "Roughness - fluctuation strength: Acoustics: University of Salford," *Acoustics*, 23-Jun-2020. [Online]. Available: <https://hub.salford.ac.uk/sirc-acoustics/psychoacoustics/sound-quality-making-products-sound-better/an-introduction-to-sound-quality-testing/roughness-fluctuation-strength/>. [Accessed: 29-Apr-2022].
- [8] Vibration and Acoustics Laboratory.2022.MODUL PERCOBAAN P-2 ANALISA KETERARAHAN LOUDSPEAKER. Surabaya
- [9] [www.cs.toronto.edu](http://www.cs.toronto.edu/~gpenn/csc401/soundASR.pdf) [Online]. Accessed : 8 June 2022. Available : <http://www.cs.toronto.edu/~gpenn/csc401/soundASR.pdf>
- [10] David M. Howard and Jamie A. S. Angus. 2017. *Acoustics and Psychoacoustics* 5th Edition. New York : Routlege
- [11] [www.acoustictesting.salford.ac.uk](https://acoustictesting.salford.ac.uk/acoustic-laboratories/semi-anechoic-room/) . [Online]. Accessed : 9 Juni 2022. Available : <https://acoustictesting.salford.ac.uk/acoustic-laboratories/semi-anechoic-room/>
- [12] [www.rumusstatistik.com](https://www.rumusstatistik.com/2019/06/korelasi-pearson.html). [Online]. Accessed : 9 Juni 2022. . Available : <https://www.rumusstatistik.com/2019/06/korelasi-pearson.html>
- [13] "saphiro-wilk @ www.statistikian.com." [Online]. Accessed : 9 Juni 2022 Available: <https://www.statistikian.com/2013/01/saphiro-wilk.html>

- [14] R. Guski, U. Felscher-Suhr, R. Schuemer, 1999, "THE CONCEPT OF NOISE ANNOYANCE: HOW INTERNATIONAL EXPERTS SEE IT", Journal of Sound and Vibration, Volume 223, Issue 4 : Pages 513-527

LAMPIRAN



