

IDENTIFIKASI KESAN SUARA PRODUK KONSEKUENSIAL PADA DESAIN PRODUK MAINAN MOBIL MEKANIK DARI KAYU BERTENAGA KARET GELANG

IDENTIFICATION OF CONSEQUENTIAL PRODUCT SOUND IMPRESSION ON WOOD MECHANICAL TOY CAR PRODUCTS DESIGN POWERED BY RUBBER BRACELETS

Samuel Aswin M¹, Adhi Nugraha², Andar Bagus Sriwarno³
^{1,2,3} Institut Teknologi Bandung
Samuel_aswin@rocketmail.com

Abstrak : *Product Sound Design* sudah menjadi bagian yang integral bagi perusahaan-perusahaan ternama dalam mendesain produk, karena suara turut berperan besar dalam membentuk pengalaman pengguna. Berdasarkan penyebab bunyinya, suara produk konsekuensial adalah suara produk yang muncul karena interaksi mekanik internal dari produk, dan sangat bergantung karakteristiknya pada jenis material, ukuran, dan sistem mekanik. Namun, masih sedikit yang mengembangkan atau menerapkan prinsip ini untuk produk-produk bermaterial alami, seperti kayu. Padahal, dengan memahami suara produk yang bisa muncul dari produk kayu, ada pengalaman pengguna yang unik yang dapat dihadirkan, dan pada akhirnya dapat meningkatkan nilai jualnya. Karena itu, peneliti mencoba untuk mengidentifikasi kesan suara produk yang mungkin muncul pada mobil mekanik dari kayu lapis bertenaga karet gelang sebagai studi kasus awal dalam mendefinisikan kesan suara produk mainan dari kayu lapis. Pada penelitian berikutnya, identitas suara yang dihasilkan pada penelitian ini bisa menjadi acuan dan titik awal dalam menentukan desain suara produk yang diinginkan. Identifikasi suara dilakukan pada 4 produk uji dengan mekanisme berbeda, namun bentuk dasar yang sama. Identifikasi ini meliputi karakter fisik suara (perubahan intensitas, frekuensi, dan bentuk gelombang) dan karakter kesan suara yang diperoleh dari semantik diferensial. Kesan suara unik yang ditemukan kemudian dihubungkan dengan karakter fisik suaranya untuk menjadi kesimpulan umum.

Kata kunci : *Product Sound Design; Mainan Mekanik Kayu; Suara Produk; Mainan Kayu*

Abstract : *Product Sound design has been an integral part for many renown company in designing product, due to its big contribution in shaping the user's experience. According to what cause the sound, consequential product sound is the product sound that happens because of the product's internal mechanical interaction, and the characters are dependent on the material, size, and mechanism. However, there are still very few people who develop and apply these principles for products made of natural material, such as wood. Whereas, by understanding the product sound produced by the wooden product, there could be a unique user experience, that in turn, will increase the product's economical value. That's why, we try to identifies the percieved product sound that may be produced on a rubber band powered mechanical toy car made of plywood as a pilot research in defining the product sound character of wooden toy made from plywood. In the next research, some sound character concluded in this paper could be a reference and a starting point in determining the desired product sound outcome. The sound identification was done on 4 test product with different mechanism, yet same basic looks. The identification include the physical sound character (difference in intensity, frequency, and waveform) and the perceived sound character (using semantic diferential). The unique perceived sound character found are then connected to the physical sound character as a general conclusion.*

Keywords : *Product Sound Design; Wooden Mechanical Toys; Consequential Product Sound; Wooden Toys*

1. PENDAHULUAN

Sound design sudah lama muncul di dalam dunia audio visual seperti film dan televisi, dan diakui memiliki dampak yang signifikan. Sebuah karya film tidak akan menjadi film yang baik tanpa sound design yang baik pula. Dalam berbagai karya, sound design turut berkontribusi di samping elemen visual dalam menghasilkan suasana-suasana tertentu yang diinginkan desainernya. Misalnya ketika suasana tegang, maka musik yang diputar juga mendukung ke arah yang sama, dengan jeda-jeda dan tempo yang mengikuti gerakan aktornya. Sebaliknya, dalam suasana santai, musik yang diputar juga akan memiliki tempo yang lebih lambat dengan volume yang rendah.

Dalam dunia desain produk sendiri, suara produk mulai diperhatikan bahkan sejak sekitar tahun 1900-an awal. Di masa-masa itu, produk otomotif baru mulai berkembang secara masal, dan mereka menonjolkan suara-suara produk (suara mesin, kesunyian kabin, suara pintu yang ditutup, dll) tertentu yang dianggap menandakan kenyamanan, keamanan, dan kelas dalam iklan-iklannya. Hingga saat ini, desain suara produk menjadi bahan bahasan rutin bagi perusahaan-perusahaan besar, mulai dari otomotif seperti yang disebutkan tadi, alat-alat rumah tangga seperti *vacuum cleaner*, wadah makanan, hingga perusahaan makanan ringan. (Nykanen, 2008).

Namun, dalam penggunaannya di masa sekarang, produk-produk berbahan alami seperti kayu masih sangat jarang dibahas. Padahal, pengembangan suara produk berbahan alami ini akan menciptakan pengalaman pengguna yang unik, hingga nilai jual lebih, terutama bagi Negara yang memiliki banyak sumber daya alam, seperti Indonesia. Karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kesan suara produk yang mungkin muncul pada mobil mekanik dari kayu lapis bertenaga karet gelang sebagai studi kasus awal dalam mendefinisikan kesan suara produk mainan dari kayu lapis. Pada penelitian berikutnya, identitas suara yang dihasilkan pada penelitian ini bisa menjadi acuan dan titik awal dalam menentukan desain suara produk yang diinginkan

2. KASUS STUDI DAN METODE PENELITIAN

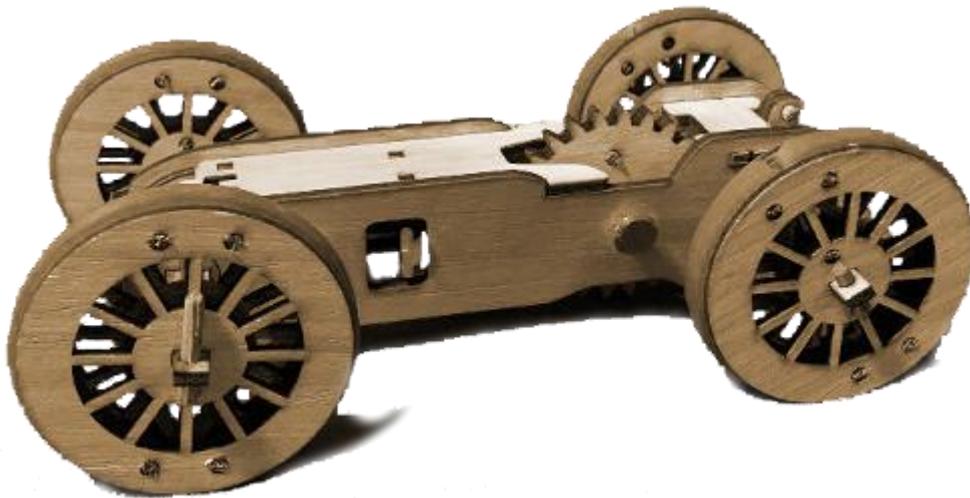
Dalam mengembangkan suara produk, pertama-tama perlu dieksplor terlebih dahulu karakter suara material yang digunakan, karena setiap material, ukuran, dan mekanisme akan menghasilkan karakter suara yang berbeda-beda juga (Langeveld, van Egmond, Jansen and Özcan, 2013). Jenis produk yang akan dikembangkan juga perlu ditetapkan dari awal, karena perbedaan bentuk dan tampilan juga akan menghasilkan pengalaman pengguna yang berbeda sekalipun suaranya sama (Nykanen, 2008). Karena itu, penelitian ini membatasi objek hanya pada mainan mekanik lasercut dari kayu lapis berbentuk mobil yang dijalankan dengan tenaga karet gelang. Penggunaan kayu lapis yang dilasercut mempertimbangkan konsistensi material dalam skala kecil, dan mobil karet gelang ditetapkan karena keunikan suara produk yang bisa dihasilkan.

Metode penelitian yang digunakan terdiri dari tiga tahap utama, yaitu desain, pengujian karakter fisik suara, dan pengujian kepada responden. Tahap desain merancang 4 produk uji yang mekanismenya dibedakan dari luas area bagian yang berbenturan dan tempo ketukan benturan. Tahap pengujian karakter fisik suara dilakukan dengan bantuan software *audacity* untuk analisis *sound envelope* dan

frekuensi. Sementara tahap pengujian kepada responden bertujuan mengidentifikasi kesan suara yang ditangkap oleh pengguna. Tahap ini akan menggunakan semantik diferensial sebagai alat utama.

2.1 Tahap Desain

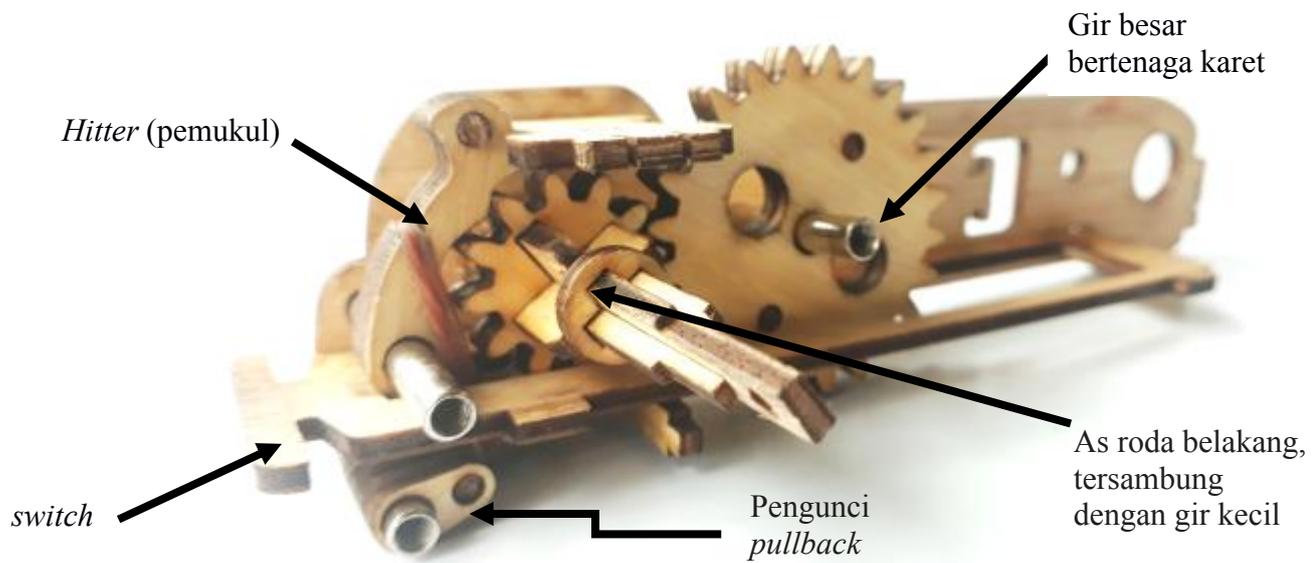
Mobil karet gelang dapat didesain untuk memiliki karakter suara yang repetitif (meniru suara mesin) dengan penambahan mekanisme (meskipun pada dasarnya mainan ini tidak perlu bersuara). Tahapan ini diawali dengan mendesain spesimen uji mainan yang mudah diubah-ubah mekanisme suaranya dan mudah dibongkar pasang tanpa lem. Spesimen uji final yang digunakan memiliki 2 fitur suara, yaitu suara “mengunci” ketika mobil ditarik ke belakang, dan suara “mesin” ketika mobil bergerak maju. Namun, dalam penelitian ini, hanya suara 'mesin' yang akan diuji. Spesimen uji ini juga diberi fitur *on* dan *off*, dengan perbandingan gigi 1 : 2. 1 spesimen uji nomor 1 dijadikan spesimen uji kontrol sebagai dasar pembuatan spesimen uji lainnya.



Gambar 1 : Produk uji standar (mobil karet gelang nomor 1)

Sumber : koleksi penulis.

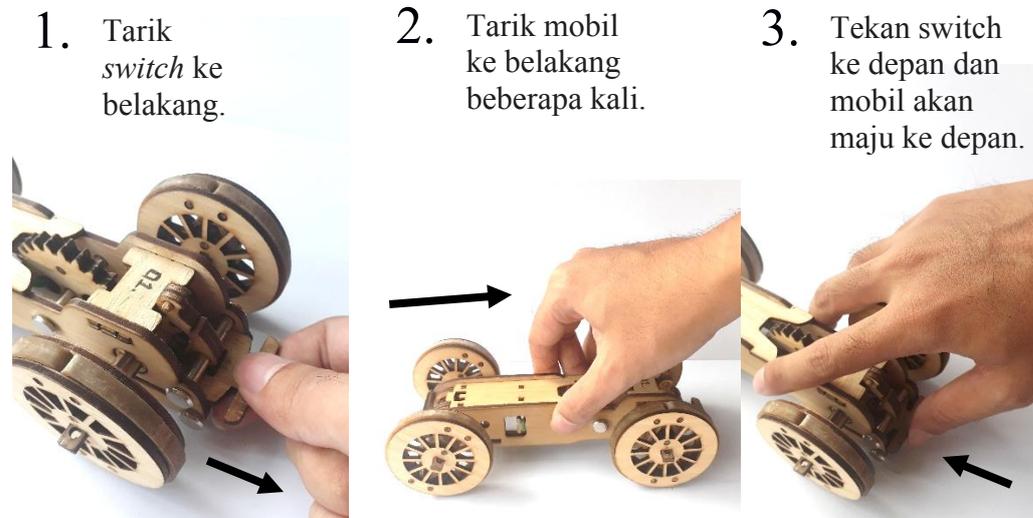
Gambar 2 menunjukkan komponen-komponen mobil karet gelang dan nama bagiannya. Gir besar merupakan sumber tenaga utama untuk menggulung karet gelang, dan langsung tersambung dengan gir kecil pada as roda belakang. Pengunci *pullback* berfungsi untuk menahan mobil ketika ditarik ke belakang, supaya tidak langsung maju ke depan jika dilepas. Pengunci ini dikendalikan dengan *switch*. Ketika *switch* ditekan ke depan, pengunci akan lepas dari gir, sementara jika *switch* ditarik ke belakang, pengunci akan mengenai gir kecil. Sementara, *hitter* adalah bagian tambahan bertenaga karet yang bertujuan untuk menghasilkan suara dengan cara membentur gir kecil dan as roda belakang. Cara memainkan bisa dilihat pada gambar 4.



Gambar 2 : Bagian-bagian mobil karet gelang.
Sumber : koleksi penulis.



Gambar 3: Konfigurasi karet utama sumber tenaga mobil karet gelang.
Sumber : koleksi penulis.

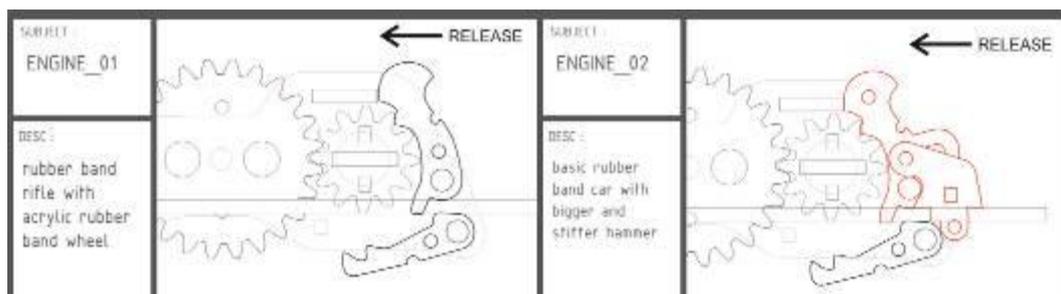


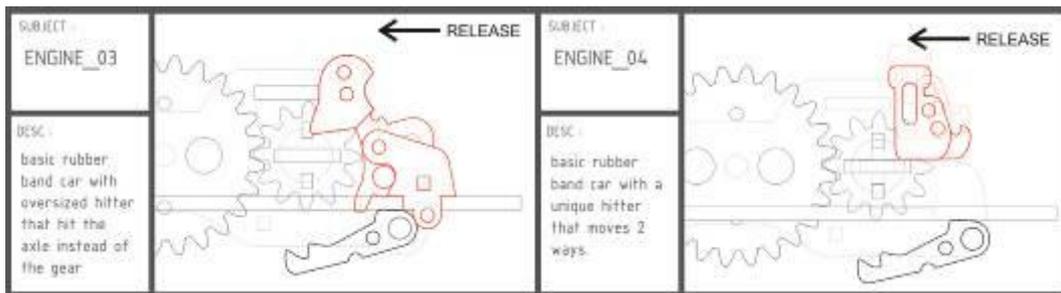
Gambar 4. Cara memainkan mobil karet gelang.
Sumber : koleksi penulis.

Untuk menggulung karet gelang, pertama-tama saklar ditarik ke belakang hingga berbunyi ‘klik’. Kemudian mobil bisa dimundurkan sekitar 3-6 x 50cm atau dengan memutar gir di tengah bodi ke depan 2-3 putaran. Untuk menjalankan mobil, taruh mobil di bidang yang relatif datar, kemudian tekan saklar ke depan, dan lepaskan mobil. (lihat gambar 4).

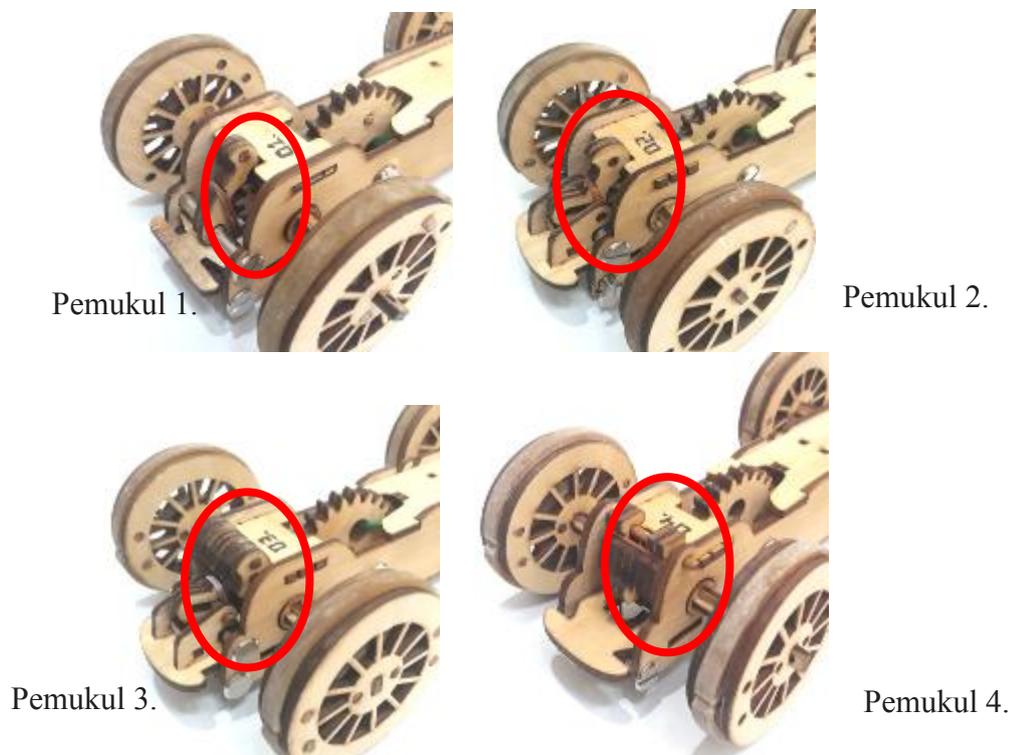
Dalam proses mendesainnya, mobil karet gelang ini diberi tambahan fitur kap mesin yang mudah dibuka ke depan (lihat gambar 3), untuk akses mengganti karet di dalam dengan mudah. Penambahan fitur ini karena karet di dalam akan cukup cepat putus jika sering dimainkan.

Berikut adalah 4 mekanisme ‘pemukul’ yang berbeda pada ke empat produk uji. Nomor 1 sebagai standar memiliki pemukul dasar yang paling kecil, nomor 2 dengan pemukul yang lebih besar, nomor 3 dengan pemukul besar namun ketukan yang lebih lambat karena mengenai as roda yang memiliki 4 gigi, dibanding gir kecil yang memiliki 12 gigi. Sementara nomor 4 memiliki tempo yang sama dengan nomor 3, namun paling luas area benturannya.





Gambar 5. Perbandingan Tampak Samping Mekanisme Mobil Karet Gelang.
Sumber : koleksi penulis.



Gambar 6. Perbandingan Pemukul ke Empat Produk Uji.
Sumber : koleksi penulis.

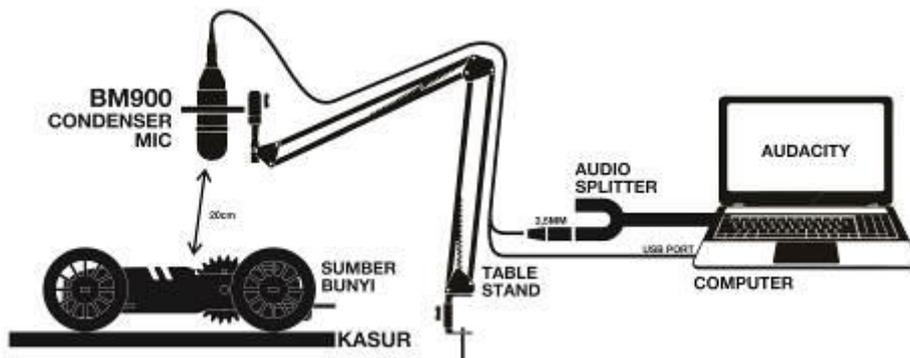
2.2 Pengujian Karakter Fisik Suara

Analisis ini dilakukan untuk melihat komponen fisik suara dari sisi amplitudo dan frekuensi, karena dua komponen suara inilah yang paling mudah dikenali dan diingat manusia. Analisis dilakukan dengan menggunakan software Audacity dan mikrofon condenser BM900.



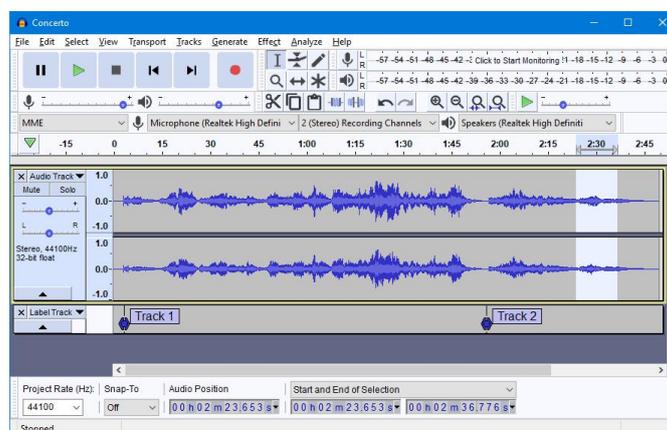
Gambar 7. Alur analisis karakter fisik suara
Sumber : koleksi penulis.

Prosedur analisis dimulai dengan perekaman tiap suara menggunakan mikrofon dan Audacity. Tiap suara direkam 3 kali untuk mengantisipasi jika ada rekaman yang rusak. Kemudian, data dianalisis menggunakan Audacity untuk menampilkan tabel frekuensi dan amplitudonya (*sound envelope*).



Gambar 8. Alur pengambilan data mobil karet gelang

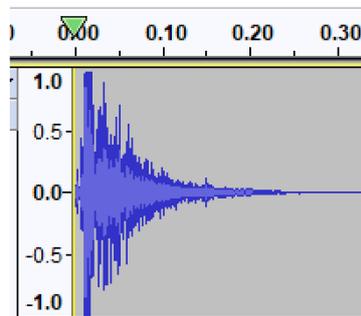
Hasil analisis ini akan dicari korelasinya dengan persepsi yang dihasilkan tiap suara, supaya dapat ditarik kesimpulan pemetaan kombinasi frekuensi dan amplitude terhadap persepsi suara pengguna. Juga akan dicari korelasi antara komponen fisik suara dengan cara menghasilkannya.



Gambar 9. Tampilan software Audacity.
Sumber : koleksi penulis.

2.2.1 Analisis *Sound Envelope*

Analisis *sound envelope* dilakukan untuk melihat bentuk gelombang suara. Bentuk gelombang ini mempengaruhi bagaimana suara terdengar oleh pengguna.

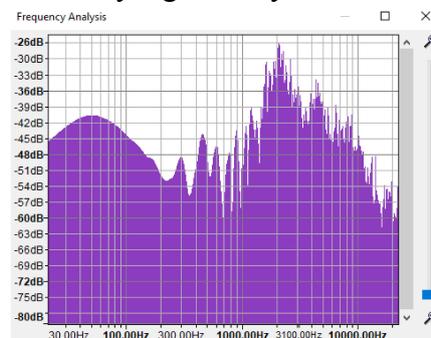


Gambar 10. Contoh grafik *sound envelope*.
Sumber : koleksi penulis.

Dari grafik *sound envelope*, kita bisa melihat struktur bunyi yang dihasilkan. Struktur ini unik setiap suaranya dan merupakan salah satu penyusun warna bunyi. Namun, jika perbedaan hanya sedikit relatif sulit untuk dibedakan tanpa alat. Angka 1.0 dan -1.0 pada batas atas dan bawah adalah skala amplitudo maksimum dan angka 0 di tengah adalah titik normalnya.

2.2.2 Analisis Frekuensi

Analisis ini dilakukan untuk melihat *harmonic content* dari suara produk. Analisis ini umum dilakukan untuk alat music yang suaranya tidak *continuous*.



Gambar 11. Contoh grafik analisis frekuensi.
Sumber : koleksi penulis.

Grafik ini menggambarkan hubungan antara intensitas bunyi (decibel (dB)), pada setiap frekuensi (Hz) suara produk. Analisis ini bisa melihat frekuensi berapa yang paling dominan (memiliki intensitas tertinggi) pada intensitas berapa dB, dan apakah sebuah bunyi harmonic atau tidak. Jika bunyi harmonis, grafik akan terfokus ke frekuensi tertentu, tidak acak.

2.3 Pengujian Semantik Diferensial

Pada tahap terakhir, ke empat mobil karet gelang diujikan dengan semantic diferensial kepada 10 responden yang semuanya memiliki pengalaman setidaknya 2 jam memainkan mainan lasercut kayu yang bersuara (pistol-pistol kayu). Adapun pasangan-pasangan kata-kata sifat yang dipilih untuk diujikan mengacu pada

penelitian sebelumnya terkait semantika dasar desain suara produk (Özcan, E. & van Egmond, R.2012), dengan penyederhanaan hingga 5 pasangan kata sifat, dengan pertimbangan lama pengisian dan durasi fokus responden. Pasangan kata sifat yang dipilih antara lain : Tidak Sesuai-Sesuai (*Proper-unproper*), mengganggu-memuaskan (*annoying-satisfying*), lemah-kuat (*weak-powerful*), lembut-keras (*soft-loud*), dan pasif-aktif. Sesuai-tidak sesuai digunakan sebagai parameter penguji kecocokan karakter visual mobil dengan karakter suaranya, mengganggu-memuaskan adalah parameter kesan emosional, lemah-kuat adalah parameter kesan kognitif, lembut-keras adalah parameter psikoakustik, dan yang terakhir, pasif-aktif adalah parameter dasar *dominance*.

NAMA : _____
USIA : _____

Familiar Dengan Mainan Kayu ?
 Familiar Pernah Tidak

Familiar Dengan Senapan Karet Gelang ?
 Familiar Pernah Tidak

PROSEDUR PENELITIAN
 + Meneliti cara respon terhadap 1 set
 + Responden mengisi form dan prosedur penelitian
 + Responden diujikan cara menggunakan produk (cara mainan)
 + Responden mencoba sound karakter karakter di form pengisian
 + Responden mengisi form yang telah diujikan
 + Diujikan dengan produk secara fisik

SOUND ASSESMENT FORM

RUBBER BAND RIFLE No. _____ **RUBBER BAND CAR No.** _____
 Loading sound Pull back sound
 Cocking sound Engine sound
 Shooting sound

Persepsi suara

	-2	-1	0	1	2	
Sesuai						Tidak sesuai
Mengganggu						Memuaskan
Lemah						Kuat
Lembut						Keras
Pasif						Aktif

DESKRIPSI KESAN SUARA :

SARAN (OPSIONAL) :

KESAN KESELURUHAN : SUKA TIDAK SUKA

Gambar 12. Contoh kuesioner semantik diferensial.
Sumber : koleksi penulis.

Selain itu, disediakan juga checklist suka-tidak suka suara secara keseluruhan, untuk dijadikan acuan preferensi. Responden juga diminta mendeskripsikan kesan suara yang dirasakan. Bagian ini berfungsi untuk menangkap kata-kata kunci yang terlewat dan bisa digunakan dalam penelitian selanjutnya. Adapun, pengambilan data dilakukan dengan prosedur sebagai berikut :

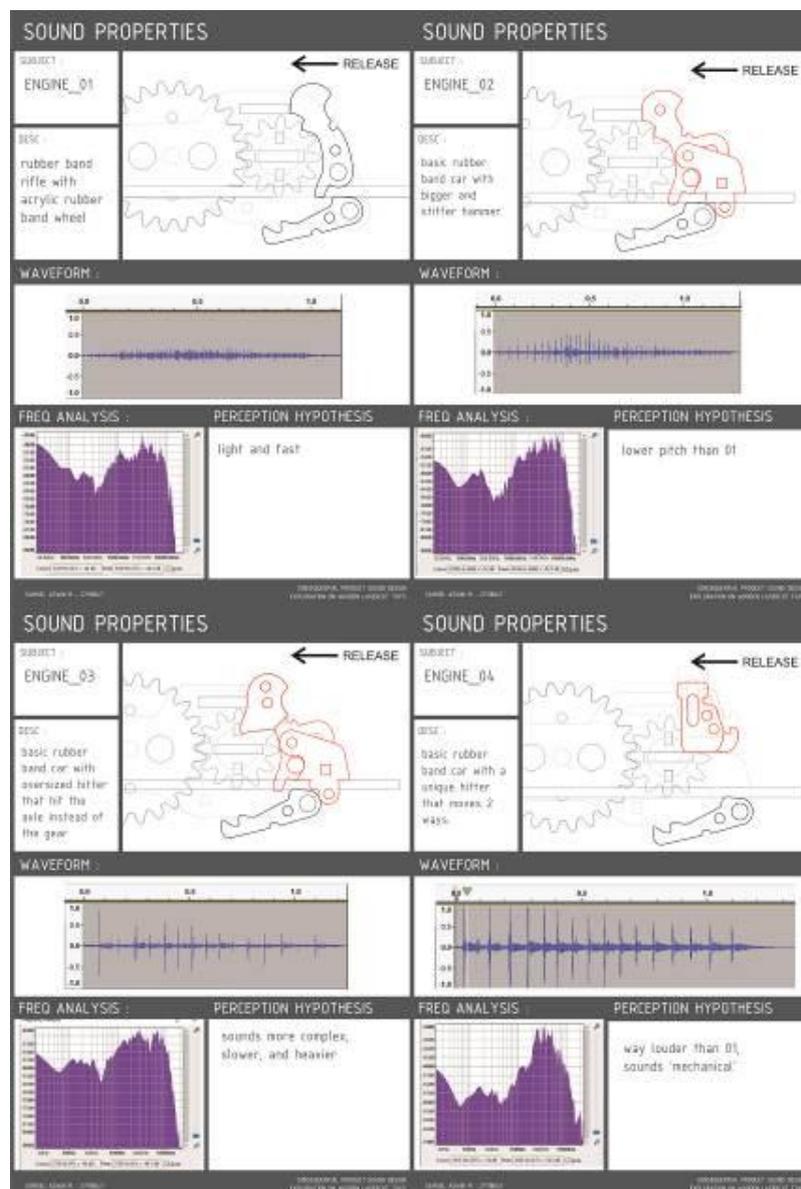
1. Responden mengisi data diri.
2. Peneliti menerangkan maksud dan tujuan penelitian.
3. Peneliti menerangkan cara pengisian form dan sistem pengujian suara.
4. Peneliti menerangkan definisi dari setiap pasangan kata sifat yang dipakai untuk menyamakan pandangan dan definisi semua responden terhadap setiap kata sifat.
5. Responden mencoba semua mainan kayu yang dihadirkan.
6. Responden mengisi kuesioner sambil mencoba suara yang diujikan.

7. Pengujian dimulai dari senapan karet gelang, kemudian beralih ke mobil karet gelang.
8. Responden diberi hadiah berupa *badge* kayu ketika penelitian telah selesai dilakukan.

3. HASIL & PEMBAHASAN

3.1 Karakter Fisik Suara

Gambar 13 adalah hasil pengukuran karakter fisik suara mobil 1-4 dengan analisis sound envelope dan analisis frekuensi. Dengan mobil 01 sebagai modul kontrol, bisa kita lihat bahwa mobil 02 merupakan modifikasi dari mobil 01, dengan amplitudo dan puncak frekuensi yang lebih tinggi (6818 Hz dibanding 3128 Hz).



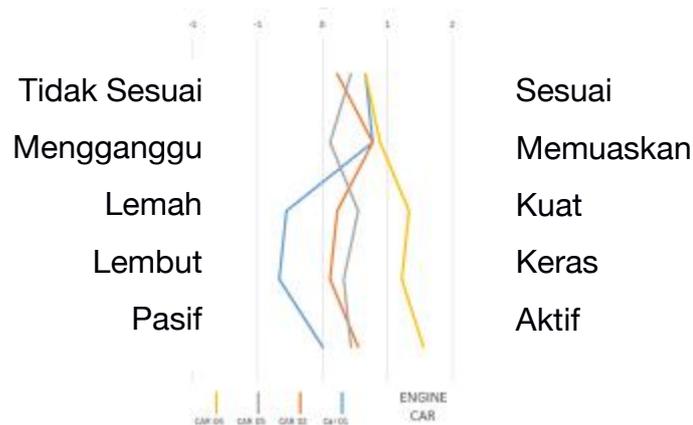
Gambar 13. Perbandingan Hasil Pengujian Karakter Fisik Suara Produk
Sumber : koleksi penulis.

Mobil 03 memiliki suara mesin yang relatif lebih kompleks dibanding mobil karet gelang lainnya, bisa dilihat dari puncak gelombang yang tidak selalu sama. Dari jarak antar puncak gelombangnya, juga bisa dilihat bahwa mobil 03 mempunyai tempo bunyi yang lebih lambat dibanding mobil 01 dan 02. Sementara secara intensitas frekuensi mobil 03 cukup mirip dengan mobil 01.

Mobil 04 memiliki suara yang paling keras dan paling berbeda dibanding mobil karet gelang lainnya. Puncak gelombang mobil 04 paling tinggi, dengan tempo yang sama dengan mobil 03. Dari grafik analisis frekuensinya, bisa kita lihat bahwa mobil 04 mempunyai hanya 1 puncak frekuensi yang dominan (3438 Hz di -34dB), yang berarti bunyinya lebih ‘sederhana’ dan konstan dibanding 3 mobil lainnya.

3.2 Pengujian Semantik Diferensial

Dari 4 produk uji yang diujikan pada 10 responden, Diperoleh data sebagai berikut. Adapun beberapa kesan suara yang muncul berulang kali, pada mobil 1 : mulus (halus, lancar, *smooth*), mobil 2 tidak dapat disimpulkan karena pendapat yang terlalu beragam dan tidak adanya kata sifat yang berulang pada responden yang berbeda, mobil 3 : lambat, mekanikal, dan mobil 4 : *toyish*, klasik (terasosiasi dengan masa kecil).



Gambar 14 : Grafik Rata-Rata Semantik Diferensial Suara Mesin.

Tabel 1. Perbandingan Deskripsi Kesan Suara.

No.	Mobil 1	Mobil 2	Mobil 3	Mobil 4
1	Mulus	Ringan, nyaring	Repetitif, mekanik	Keras, tempo lambat, agak mengganggu
2	Lembut	Sejalan dengan visualnya	lambat	Paling cocok dengan visualnya
3	Kurang berasa jalan	Lumayan berasa	Berat, lambat	Bagus, antik, cepat
4	Mekanikal	kasar	Kasar	mekanikal
5	Lembut, pelan	Seperti tamiya, ada gesekan	Mirip mainan masa kecil	Mirip mainan masa kecil.
6	Renyah	seret	mekanik	Mirip dan mengingatkan mainan masa kecil
7	Modern	lemah	tanggung	Jantan, klasik, keras
8	Halus, elegan	Halus, elegan	Keras tapi lambat	Keras, jelas, lambat (tempo)
9	Biasa	Agak keras	keras	Nyaring seperti mainan
10	Halus, stabil	Bagus, ideal	satisfying	Mengganggu tapi bagus

Sumber : koleksi penulis.

3.3 Identifikasi Kesan Suara

Pada mobil 1, kesan suara yang dihasilkan diidentifikasi sebagai suara yang mulus (halus, dalam artian lancar), dan 2 orang mengasosiasikannya dengan elegan dan modern. Suara yang demikian memiliki amplitudo rendah namun padat, dan puncak frekuensi 3128Hz, dihasilkan dari benturan mekanisme yang kecil, ringan, dan cepat (tempo ketukan relatif lebih cepat).

Suara mobil nomor 2 tidak diasosiasikan responden dengan kata sifat tertentu yang spesifik, sehingga tidak dapat ditarik identitas suaranya.

Mobil nomor 3 memiliki bunyi yang paling kompleks, disertai dengan tempo yang lebih lambat dari mobil 1 dan 2, diasosiasikan responden dengan kesan lambat, dan oleh beberapa responden diasosiasikan ke arah mekanikal, berat, tangguh, dan keras. Bunyi yang demikian memiliki bentuk gelombang yang kompleks, dengan beberapa gelombang yang berbeda fasenya namun terdengar bersamaan, sementara dari intensitas dan frekuensi puncaknya relatif mirip dengan mobil nomor 1.

Mobil terakhir, nomor 4, diasosiasikan dengan suara mainan masa kecil, terkesan antik dan klasik. Dari semantik diferensialnya, mobil 4 ini dianggap bersuara paling kuat, keras, dan aktif. Kesan ini muncul dari luasnya area benturan yang berakibat pada intensitas suara yang lebih tinggi (-34dB) namun jelas (rentang puncak frekuensi kecil), dan tempo yang lebih lambat dibanding mobil 1 dan 2 (sama dengan mobil 3)

Pola lain yang muncul dari semantik diferensial ini adalah perbandingan antara grafik mobil 1 dan 2, dengan mobil 3 dan 4 yang memiliki tempo ketukan berbeda. Tempo yang lebih lambat (mobil 3 dan 4) dianggap sedikit lebih mengganggu, namun lebih keras, kuat, dan aktif dibanding yang memiliki tempo 3x lebih cepat (mobil 1 dan 2).

Sementara dari sisi kesesuaian tampilan visual dengan karakter suaranya, dapat dilihat dari skor sesuai-tidak sesuai pada semantik diferensial, mobil 1 dan 4 dianggap paling sesuai, sekalipun memiliki kesan suara yang berbeda. Hal ini bisa jadi menandakan adanya dua sudut pandang tentang ekspektasi suara mobil kayu bertenaga karet gelang; yang satu terkesan halus dan lancar, sementara yang lain berkesan antik/klasik.

4. KESIMPULAN

Dari pembahasan-pembahasan sebelumnya, bisa diidentifikasi beberapa karakter suara mainan mobil-mobilan mekanik dari kayu bertenaga karet gelang. Antara lain :

- Suara yang berintensitas rendah, namun dengan tempo yang cepat akan diidentifikasi sebagai suara yang 'halus'.
- Suara yang kompleks bentuk gelombangnya dengan tempo yang lebih lambat namun frekuensi yang tetap diidentifikasi sebagai suara yang 'lambat'
- Suara yang sederhana (1 puncak gelombang dan frekuensi) dengan intensitas tinggi dan tempo yang lebih lambat diidentifikasi sebagai suara yang 'toyish', dan mengingatkan akan masa lalu.

Beberapa kesan suara ini bisa menjadi acuan (dalam hal kata sifat dan cara menghasilkan suaranya) pada penelitian lainnya, atau untuk mengembangkan produk ke arah kesan tertentu.

Sementara itu, suara yang terkesan ‘halus’ atau *toyish* (mengingatkan akan masa lalu) dianggap paling sesuai dengan tampilan/image mobil kayu bertenaga karet gelang. Hal ini menandakan adanya dua sudut pandang yang berbeda tentang bagaimana mobil-mobilan kayu seharusnya bersuara.

DAFTAR PUSTAKA

- Langeveld, Lau; van Egmond, René; Jansen, Reinier; and Özcan, Elif. (2013). Product Sound Design: Intentional and Consequential Sounds. Intech Open. Chapter 3.
- Nykänen, Arne. (2008). Methods for Product Sound Design. Department of Human Work Sciences, Luleå University of Technology, Sweden.
- Fastl, H (1997) The Psychoacoustics of Sound-Quality Evaluation. *Acustica* vol.83 : 754-756.
- Fastl, H., & Zwicker, E. (2006). *Psychoacoustics: facts and models* (Vol. 22). Springer Science & Business Media.
- Özcan, Elif and VAN EGMOND, René (2009). Product Sound Design: An Inter-Disciplinary Approach? In: Undisciplined! Design Research Society Conference 2008, Sheffield Hallam University, Sheffield, UK, 16-19 July 2008.
- Özcan, E. & van Egmond, R. (2012). Basic semantics of product sounds. *International Journal of Design*, 6(2), 41-54.
- Özcan, E., & van Egmond, R. (2007). How well do we identify product sounds. In *Proceedings of the 13th International Conference on Auditory Display* (pp. 234-241).
- Özcan Vieira, E., & Schifferstein, H. N. (2014). The effect of (un) pleasant sounds on the visual and overall pleasantness of products. In *Proceedings of the colors of care: The 9th international conference on design and emotion, 6-7 October 2014, Bogota, Colombia*. Ediciones Uniandes.
- Ozcan Vieira, E., Cupchik, G. C., & Schifferstein, R. (2017). Auditory and visual contributions to affective product quality. *International Journal of Design*, 11(1), 35-50.
- Özcan, E., Van Egmond, R., & Jacobs, J. J. (2014). Product sounds: Basic concepts and categories. *International Journal of Design*, 8(3), 97-111.
- Sanz-Segura, R., Manchado-Perez, E., Ferrer-Duce, M. P., de la Cuesta, D. G., & Özcan, E. (2019, June). Design Guidelines for Light and Noise Management in the Neonatal Intensive Care Unit. In *International conference on The Digital Transformation in the Graphic Engineering* (pp. 284-293). Springer, Cham.
- Schifferstein, H. N., & Hekkert, P. (Eds.). (2011). *Product experience*. Elsevier.
- Spence, C. (2015). Eating with our ears: assessing the importance of the sounds of consumption on our perception and enjoyment of multisensory flavour experiences. *Flavour*, 4(1), 3.
- Sproßmann, Robert; Zauer, Mario; & Wagenführ, André. (2017). Characterization of acoustic and mechanical properties of common tropical woods used in

classical guitars. Technische Universität Dresden, Institute of Natural
Materials Technology, 01062 Dresden, Germany

Västfjäl, Daniel . 2003. Emotional Reactions to Product Sounds . Proceedings of
Journée Human Engineering .Paris, March 20-June 12, 2003.

Vickers Z, Bourne MC: A psychoacoustical theory of crispness. J Food Sci 1976,
41:1158–1164.