

## PERANCANGAN ALAT BANTU BERKENDARA SEPEDA MOTOR PENYANDANG TUNARUNGU

**Patrisius Edi Prasetyo**

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Univeritas Sarjanawiyata Tamansiswa  
Muja Muju, Kec. Umbulharjo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55165  
Email: patrisedi@ustjogja.ac.id

### Abstrak

Pengendara sepeda motor tunarungu memiliki keterbatasan dalam merespon suara lakson dan sirine. Penelitian sebelumnya telah mengidentifikasi kebutuhan pengguna alat bantu berkendara sepeda motor bagi tunarungu dengan metode *Quality Function Deployment* (QFD) untuk mengatasi permasalahan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat bantu yang sama ke tahap selanjutnya hingga diperoleh model 3 dimensi alat. Metode perancangan dan pengembangan produk digunakan pada penelitian ini untuk merancang sistem kerja alat hingga diperoleh beberapa alternatif konsep alat yang selanjutnya diseleksi melalui proses penyaringan dan penilaian konsep hingga diperoleh alternatif konsep terbaik. Hasil alternatif konsep terbaik bersama dengan hasil identifikasi kebutuhan pengguna penelitian sebelumnya secara bersama digunakan sebagai dasar pemodelan 3 dimensi alat bantu berkendara sepeda motor bagi tunarungu. Hasil dari penelitian ini adalah model 3 dimensi alat yang spesifik dengan spesifikasi komponen penyusunnya.

**Kata kunci:** alat bantu berkendara, tunarungu, perancangan dan pengembangan produk.

### Abstract

*Deaf motorbike riders have limitations in responding to the sound of horns and sirens. Previous research has identified the needs of users of motorbike driving aids for the deaf with the Quality Function Deployment (QFD) method to overcome these problems. This study aims to design the same tool for the next stage to obtain a 3-dimensional model of the tool. The product design and development method is used in this study to design a tool work system to obtain several alternative tool concepts which are then selected through a screening process and concept assessment to obtain the best alternative concept. The results of the best alternative concepts together with the results of the identification of user needs in previous studies were jointly used as the basis for modeling 3 dimensions of motorbike driving aids for the deaf. The results of this study are a specific 3-dimensional model of the tool with the specifications of its constituent components.*

**Keywords:** *driving aids, deaf, product design and development.*

## PENDAHULUAN

Penderita tunarungu di dunia tercatat lebih dari 5% populasi dunia (430 juta orang) terdiri dari 432 juta orang dewasa dan 34 juta anak-anak. Diperkirakan tahun 2050 lebih dari 700 juta orang atau satu dari setiap sepuluh orang akan mengalami gangguan pendengaran (WHO, 2021). Tunarungu ialah seseorang yang kesulitan dalam mendengar suara pada atau di atas intensitas tertentu (Hallahan et al., 2020). Menurut *World Health Organization*

(WHO) gangguan pendengaran mengacu pada gangguan pendengaran yang tidak dapat mendengar dengan baik suara lebih besar dari 35 desibel (dB) di telinga. Hampir 80% orang dengan gangguan pendengaran tinggal di negara berpenghasilan rendah dan menengah (WHO, 2021). Jumlah tunarungu menempati urutan disabilitas terbanyak (124,2 juta jiwa) diatas gangguan pengelihatan (121,9 juta jiwa), depresi (98,7 juta jiwa), katarak (53,8 juta jiwa) dan cedera (45 juta jiwa) yang mayoritas berada di negara berpendapatan rendah dan sedang (WHO, 2011). Tunarungu di Indonesia menempati jumlah terbanyak ke empat (7,87 %) setelah disabilitas ganda (39,97%), kesulitan melihat (29,63%) dan kesulitan berjalan (10,26%) (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2014). Menurut UU nomor 8 tahun 2016 Pasal 5 yang menjelaskan hak disabilitas diantaranya adalah hak akan aksesibilitas yang menunjang aktivitas dalam memenuhi kebutuhannya. Berkaitan dengan hak disabilitas akan aksesibilitas tersebut, tunarungu masih memiliki keterbatasan dalam hal bepergian dengan kendaraan pribadi khususnya sepeda motor karena tidak dapat memperoleh Surat Ijin Mengemudi (SIM) C dikarenakan keterbatasan disabilitasnya. Menurut UU nomor 9 tahun 2012, SIM D dapat memfasilitasi penyandang disabilitas untuk memperoleh ijin berkendara dengan sepeda motor yang telah dimodifikasi secara khusus sesuai kebutuhan pengguna disabilitas, namun saat ini sim D hanya mengakomodasi penyandang disabilitas tunadaksa dan belum dapat mengakomodasi tunarungu secara keseluruhan.

Mayoritas penyandang disabilitas tunarungu memiliki kondisi fisik seperti kebanyakan orang normal, sehingga untuk berkendara dengan sepeda motor tidak diperlukan modifikasi khusus pada sepeda motor yang dikendarai seperti halnya sepeda motor yang digunakan oleh penyandang tunadaksa. Menurut peraturan Kapolri nomor 9 Tahun 2012 Pasal 35 Ayat 3, untuk diperbolehkan mengendarai kendaraan seseorang harus dapat mendengar jelas bisikan dengan satu telinga tertutup dengan jarak 20 cm dari daun telinga dan mempunyai dua membran telinga yang utuh agar pengendara dapat mengantisipasi dengan baik adanya signal suara dari klakson atau sirine di jalan raya saat seseorang berkendara. Hal ini tentunya menjadi hambatan bagi penyandang tunarungu untuk memenuhi kriteria tersebut agar dapat memperoleh SIM terutama bagi penyandang tunarungu kategori agak berat, berat dan berat sekali. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan oleh Prasetyo dan Susetyo (2020) dengan PPDI DIY mengungkapkan bahwa terdapat banyak penyandang tunarungu yang tidak memiliki SIM namun tetap bersikeras berkendara dengan sepeda motor di jalan raya untuk memenuhi kebutuhan aksesibilitasnya. Hal ini tentunya akan membahayakan pengendara tunarungu itu sendiri dan pengguna jalan lainnya saat di jalan raya karena ketidakmampuan pengendara tunarungu untuk dapat merespon signal suara dari pengendara lain dengan baik.

Penelitian sebelumnya, Prasetyo dan Susetyo (2020) telah melakukan identifikasi kebutuhan penyandang tunarungu terhadap sebuah rancangan alat bantu berkendara sepeda motor yang sesuai kebutuhan pengguna dengan metode *Quality Function Deployment* (QFD). Hasil identifikasi kebutuhan diperoleh 15 atribut produk yang valid dan reliabel kemudian diterjemahkan menjadi *technical response* dengan nilai target serta satuannya masing-masing (Tabel 1) dan diperoleh *technical importance* dan *priority* dari masing-masing *technical response* (Tabel 2). Prasetyo dan Susetyo (2020) menggunakan signal visual dan getaran untuk menerjemahkan signal suara yang diperoleh tunarungu saat berkendara di jalan raya sehingga tunarungu dapat merespon signal tersebut dan dapat berkendara seperti orang normal pada umumnya.

**Tabel 1.** Hasil penerjemahan atribut produk menjadi technical response dengan masing-masing nilai target dan satuan (Prasetyo dan Susetyo, 2020)

No	Technical Response	Atribut produk	Nilai / Target	Satuan
1	Dimensi alat	1A, 1B, 3A, 3C	menyatu tersembunyi pada helm, maksimal menonjol 40 dari cangkang helm	subj., mm
2	Jenis rangka dan cover alat	1A, 1B, 1D, 5A	menyatu, model cangkang kuat, sambungan <i>seal</i> karet	subj.
3	Jenis baterai alat	1A, 1B, 3C, 4A, 5A	lithium, dimensi mks (120x70x10), kapasitas >=3000	mm, mAh
4	Harga komponen	1A, 1D, 2D, 4A, 5A	800.000 (dengan helm)	Rp
5	Jenis tombol alat	1A, 1B, 1D, 3A, 3C 4A, 5A	<i>push button</i> , menyala saat <i>ON</i>	subj.
6	Jumlah tombol	1A, 1B, 1D, 3A, 3C 4A, 5A	maksimal 3	pcs
7	Jenis perangkat input	1A, 1B, 1D, 1F, 2C, 3C, 5A	sensor suara (83-118 dB)	dB
8	Jumlah perangkat input	1A, 1B, 1D, 1F, 2C, 2D, 3C, 5C	4 hingga 8	pcs
9	Posisi perangkat input	1A, 1B, 1D, 1F, 2D, 3A, 3C	setiap 90°-45°	derajat (°)
10	Perangkat pengendali	1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 2C, 2D, 5A	minimal 8 input, 8 output	port
11	Jenis perangkat output visual	1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 2A, 2C, 3C, 5A	led (min 5.000), akrilik/kaca	lux, subj.
12	Jumlah perangkat output visual	1A, 1B, 1C, 1E, 1F, 2B, 2C, 3C, 5A	4 hingga 8 set	set
13	Warna output visual	1E, 1F, 2A, 2C, 3C	orange, merah	subj.
14	Bentuk Output visual	1A, 1B, 1C, 1E, 1F, 2A, 2B, 2C, 3A, 3C, 5A	Bulat (sirine), belah ketupat (klakson)	subj.
15	Posisi output visual	1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 2A, 2B, 2C, 3C	representasi 4-8 arah	subj.
16	Jenis perangkat ouput getar	1A, 1B, 2D, 3A, 3C, 5A	maksimal 20	Hz
17	Jumlah perangkat output getar	1A, 1B, 5A	representasi 4-8 arah	subj.
18	Posisi perangkat output getar	1A, 1B, 1D, 2D, 3A, 3C	tertanam pada cangkang helm, representasi 4-8 arah	subj.
19	Jumlah komponen perangkat	1A, 1B, 1D, 3A, 3C, 5A	maksimal 60	unit
20	Bentuk & warna penanda tunarungu	3A, 3B, 3C, 5A	mengikuti standar yang ada	subj.

**Tabel 2.** Nilai *Technical Response* dan *Priority* kebutuhan pengguna alat bantu berkendara sepeda motor tunarungu (Prasetyo dan Susetyo, 2020)

No	Technical Response	Technical Importance	Priority (%)	No	Technical Response	Technical Importance	Priority (%)
1	Posisi output visual	142,88	9,59	11	Jenis perangkat ouput getar	72,53	4,87
2	Bentuk Output visual	124,50	8,36	12	Posisi perangkat output getar	67,94	4,56
3	Jenis tombol alat	109,85	7,37	13	Bentuk & warna penanda tunarungu	62,38	4,19
4	Warna output visual	108,97	7,31	14	Jenis rangka dan cover alat	49,85	3,35
5	Perangkat pengendali	104,59	7,02	15	Jenis baterai alat	49,35	3,31
6	Jenis perangkat output visual	99,97	6,71	16	Jenis perangkat input	45,09	3,03
7	Jumlah tombol	94,26	6,33	17	Jumlah komponen perangkat	41,56	2,79
8	Posisi perangkat input	88,59	5,95	18	Dimensi alat	28,32	1,90
9	Jumlah perangkat output visual	87,74	5,89	19	Harga komponen	20,74	1,39
10	Jumlah perangkat input	80,59	5,41	20	Jumlah perangkat output getar	10,15	0,68

Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan pengguna dengan metode QFD pada Tabel 1 dan Tabel 2 pada penelitian sebelumnya (Prasetyo dan Susetyo, 2020), desain alat belum diwujudkan dalam model 3 dimensi, sehingga pada penelitian ini proses perancangan dilanjutkan hingga dihasilkan model 3 dimensi lengkap dengan spesifikasi komponen-komponen yang dibutuhkan untuk pembuatan prototipe pada proses perancangan selanjutnya. Tujuan dari penelitian ini adalah mewujudkan rancangan produk alat hingga model 3 dimensi dengan spesifikasi detail dari komponen-komponen penyusun alat. Proses pemodelan 3 dimensi penelitian ini diawali mendesain konsep-konsep alat, melakukan pemilihan konsep-konsep yang terbentuk melalui proses penyaringan dan penilaian konsep dengan metode perancangan dan pengembangan produk (Eppinger & Ulrich, 2015) dan membuat model 3 dimensi serta menentukan spesifikasi komponen-komponen alat dari konsep terpilih.

## TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian tentang alat bantu berkendara bagi penyandang tunarungu telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Mohammadi dan Mesgarha (2012) merancang alat pendeteksi suara klakson yang mampu mengenali frekuensi dan menghasilkan peringatan waspada kepada pengendara tunarungu melalui signal visual untuk meningkatkan keamanan berkendara tunarungu di jalan raya. Perancangan didasari oleh pengendara tunarungu yang rawan mengalami kecelakaan karena respon buruk terhadap isyarat suara klakson pengemudi lain. Alat beroperasi dengan prinsip kerja membedakan frekuensi setiap input suara yang diterima untuk membedakan suara klakson dan sirine dari pengendara lain. Alat rancangan mengaplikasikan *capacity microphone* sebagai perangkat input sensitif dalam mendeteksi gelombang suara. Input yang diterima selanjutnya diolah oleh perangkat mikrokontroler dengan menghitung frekuensi getaran input dalam satuan waktu dan perubahan nilai input setiap detik. Output dari alat rancangan ditampilkan secara visual pada panel indikator berukuran 12 x 7 cm untuk menampilkan tingkat frekuensi suara yang diterima dalam kategori *low*, *mid* dan *high* dalam layer LCD dan menunjukkan arah suara berasal serta membedakannya apakah suara tersebut adalah klakson atau sirine.

Lee et al. (2014) merancang alat bantu berkendara mobil tunarungu dengan nama perangkat *Aid Device for Deaf Drivers* (A.Ds) dengan fungsi memberikan peringatan waspada kepada pengendara tunarungu akan adanya signal suara (klakson dan sirine) yang diterima saat berkendara di jalan raya. A.Ds memberikan informasi dari mana arah suara berasal agar dapat direspon dengan baik oleh tunarungu. A.Ds menggunakan enam mikrofon kecil yang terpasang di bagian luar mobil pengendara tunarungu setiap 60° yang berfungsi menerima dan membaca arak input suara bersumber. Input suara kemudian teruskan ke perangkat mikrokontroler “Arduino Uno” untuk difilter dan dianalisis untuk menghasilkan output berupa getaran dari perangkat otor getar yang terpasang pada 6 titik di kursi pengemudi dan 6 lampu LED yang terpasang di panel indikator mengelilingi gambar visual ilustrasi mobil pengendara di bagian depan, samping kanan depan dan belakang, bagian belakang gambar mobil dan samping kiri depan dan belakang.

Bandara dan Balasuriya (2017) merancang alat dengan sistem elektronik yang secara praktis memberi peringatan ancaman kepada pejalan kaki tunarungu saat berjalan di pinggir jalan atau menyeberang untuk mengidentifikasi objek bergerak di sekitarnya seperti kendaraan dan ancaman lainnya. Alat rancangan menggunakan perangkat mikrokontroler yang menampung unit pengklasifikasi Bayesian dan serangkaian sensor ultrasonik untuk pengukuran jarak. Alat rancangan memberikan output kepada pejalan kaki tunarungu berupa getaran yang berasal dari motor getar. Prototipe alat yang diterapkan telah menunjukkan akurasi yang sangat baik dalam mengidentifikasi ancaman dengan biaya rendah.

Otoom et al. (2020) mengembangkan alat bantu berkendara tunarungu untuk mengenali instruksi navigasi aliran suara dari aplikasi navigasi berbasis GPS dan memetakan setiap instruksi navigasi bersuara ke stimulus *vibrotactile* yang dapat dirasakan dan dipahami oleh pengemudi tunarungu. Alat rancangan menggunakan sebuah vektor fitur 13 elemen yang diekstraksi dari setiap aliran suara dan diklasifikasikan ke dalam salah satu dari enam kategori, di mana setiap kategori mewakili instruksi navigasi unik. Klasifikasi vektor dilakukan dengan *K Nearest-Neighbor classifier* (akurasi 99,05%) yang mengungguli lima

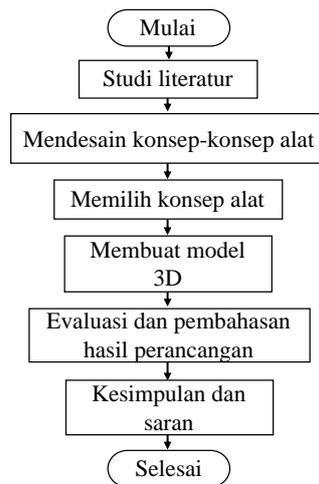
*classifier* lainnya. Setiap kategori lalu dipetakan ke pola getaran unik yang menggerakkan motor getar secara *real time*. Pengujian alat dilakukan dengan sepuluh peserta dimana tiga alternatif berbeda diuji untuk menemukan lokasi terbaik untuk memasang motor getaran. Solusi yang akhirnya dipilih adalah dua set dari lima motor vibrator, dimana setiap set dipasang pada sebuah gelang. Setelah pengujian sepuluh pengemudi diminta menilai alat rancangan berdasarkan delapan faktor berbeda setelah menggunakan alat bantu pada 8 rute mengemudi. Nilai rata-rata keseluruhan di semua delapan faktor adalah 4,67 (skala 5) dan menunjukkan bahwa alat bantu hasil rancangan berguna dan efektif.

Prasetyo dan Susetyo (2020) melakukan identifikasi kebutuhan pengguna terhadap alat bantu berkendara sepeda motor tunarungu. Identifikasi kebutuhan bertujuan agar diperoleh rancangan alat yang secara tepat dan efektif dapat mengakomodasi seluruh kebutuhan tunarungu akan alat bantu. Identifikasi kebutuhan dilakukan dengan metode QFD hingga diperoleh 15 kebutuhan pengguna yang dirumuskan dalam atribut produk dengan tingkat kepentingannya masing-masing dan diterjemahkan menjadi 20 *technical response* sebagai target yang spesifik dengan nilai dan satuan target serta *technical importance* dan tingkat prioritas dari masing-masing *technical response* yang terbentuk sebagai dasar rancangan alat. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, perancangan alat yang telah dilakukan belum melibatkan pengguna dalam proses perancangan agar alat hasil rancangan dapat sesuai dan memenuhi semua kebutuhan pengguna. Prasetyo dan Susetyo (2020) telah mengidentifikasi kebutuhan pengguna untuk alat bantu berkendara sepeda motor bagi penyandang tunarungu hingga menghasilkan spesifikasi alat dengan tingkat prioritasnya masing-masing untuk diwujudkan dalam sebuah alat bantu, namun belum diwujudkan dalam detail model 3 dimensi yang spesifik serta belum menggambarkan prinsip kerja alat dan bagaimana spesifikasi komponen-komponen yang digunakan. Penelitian ini bertujuan mewujudkan spesifikasi alat yang telah terbentuk pada penelitian sebelumnya menjadi model 3 dimensi spesifik mencakup desain, prinsip kerja serta komponen-komponen yang membangun fungsi alat secara keseluruhan sehingga dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan fungsinya untuk memenuhi kebutuhan pengguna. Penelitian ini menggunakan metode perancangan dan pengembangan produk (Eppinger & Ulrich, 2015) untuk mendesain sistem kerja alat dalam beberapa alternatif konsep desain, kemudian memilih alternatif konsep desain terbaik melalui proses penyaringan dan penilaian konsep. Setelah diperoleh konsep desain terbaik yang spesifik, proses perancangan dilanjutkan dengan penggambaran model 3 dimensi.

## **METODE PENELITIAN**

Proses perancangan mengacu pada objek perancangan yaitu alat bantu berkendara sepeda motor bagi penyandang tunarungu yang berguna mendeteksi signal suara (klakson dan sirine) yang diberikan oleh pengendara lain di jalan raya agar dapat dideteksi oleh pengendara tunarungu dan dapat direspon dengan baik guna meningkatkan keamanan pengguna dan pengendara lain. Tahapan proses perancangan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1 yang diawali dengan studi literatur terhadap rancangan alat sejenis sebelumnya dan hasil identifikasi kebutuhan pengguna yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Selanjutnya proses perancangan dilanjutkan dengan mendesain konsep-konsep

alat menggunakan model kotak hitam dan kotak transparan untuk merancang prinsip kerja alat dan membangkitkan alternatif-alternatif konsep alat. Beberapa alternatif konsep alat yang dihasilkan kemudian dilakukan proses penyaringan konsep dan penilaian konsep untuk memperoleh konsep terbaik dengan nilai konsep tertinggi. Konsep terpilih selanjutnya bersama dengan informasi dari hasil identifikasi kebutuhan pengguna dengan metode QFD (Tabel 1 dan 2) dari proses perancangan sebelumnya dijadikan sebagai acuan dalam pemodelan 3 dimensi dengan software Autodesk Inventor. Model 3 dimensi selanjutnya dievaluasi kesesuaiannya dengan kebutuhan pengguna pengendara motor tunarungu sehingga diperoleh kesimpulan dan saran pengembangan selanjutnya.

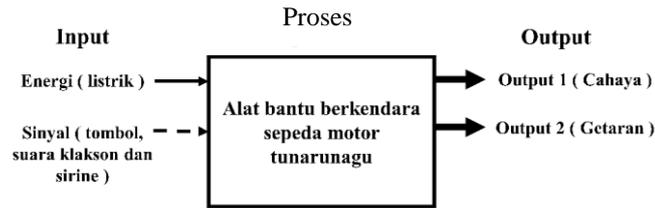


**Gambar 1.** Alur proses perancangan alat bantu berkendara sepeda motor tunarungu

## HASIL DAN PEMBAHASAN

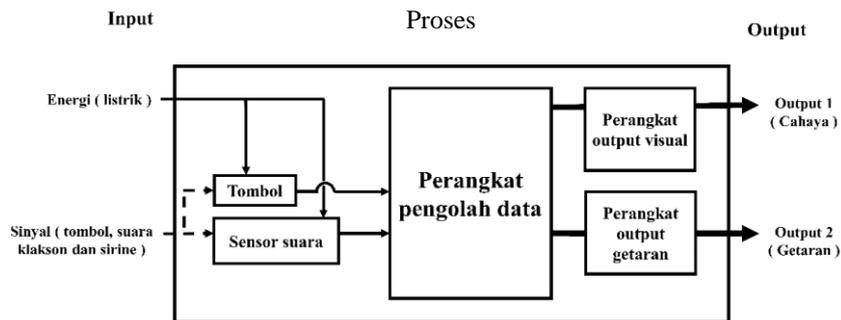
### 1. Proses perancangan alat

Hasil identifikasi kebutuhan pengguna pada penelitian sebelumnya (Prasetyo dan Susetyo, 2020) menunjukkan *technical response* dengan 3 prioritas tertinggi yaitu posisi output visual alat (9,59 %), bentuk output visual (8,36 %) dan jenis tombol alat (7,37 %) yang dalam proses perancangan diprioritaskan untuk dipenuhi terkait target teknis dan nilainya. Proses perancangan dilanjutkan metode perancangan dan pengembangan produk (Eppinger dan Ulrich, 2015) untuk merancang sistem kerja alat, jenis dan spesifikasi komponen penyusun alat bantu berkendara sepeda motor tunarungu. Proses perancangan dengan metode perancangan dan pengembangan produk dimulai dari tahap mendesain konsep-konsep produk karena proses identifikasi kebutuhan pengguna dan penetapan spesifikasi dan target telah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Proses mendesain konsep-konsep produk diawali dengan memodelkan sistem kerja alat dalam model kotak hitam yang terdiri dari input, proses dan output alat pada Gambar 2. Model kotak hitam alat memiliki dua input yaitu energi listrik sebagai sumber daya alat dan sinyal input yang berasal dari tombol pengguna dan suara klakson atau sirine. Tombol berfungsi menerima input dari pengguna untuk mengaktifkan atau menonaktifkan alat, sementara suara klakson atau sirine ditangkap alat saat digunakan pengendara tunarungu di jalan raya. Kedua input diproses di dalam *black box* untuk menghasilkan output berupa cahaya dan getaran yang dapat diterima dan direspon oleh pengendara tunarungu.



**Gambar 2.** Model kotak hitam alat bantu berkendara sepeda motor tunarungu

Proses pada model kotak hitam pada perancangan ini lalu dijabarkan menjadi model kotak transparan yang secara lebih detail menjelaskan proses pengolahan input menjadi output pada Gambar 3. Proses pada kotak transparan mendetailkan kotak hitam menjadi sub-sub proses pada kotak yang lebih kecil, meliputi jenis tombol, jenis sensor suara, jenis perangkat pengolah data, jenis perangkat output visual dan getaran. Masing-masing sub proses yang terbentuk kemudian dicari penyelesaiannya yang berupa solusi konsep melalui sumber eksternal (wawancara pengguna utama, konsultasi pakar, paten, hasil publikasi dan analisis produk sejenis) dan internal (pengetahuan dan kreativitas dari tim dan pribadi peneliti). Hasil pencarian eksternal dan internal menghasilkan beberapa solusi konsep untuk setiap sub proses yang ditunjukkan pada Tabel 3.



**Gambar 3.** Model *transparent box* alat bantu berkendara sepeda motor tunarungu

**Tabel 3.** Hasil pencarian solusi konsep secara eksternal dan internal

No	Jenis tombol	Jenis sensor suara	Jenis perangkat pengolah data	Jenis perangkat output visual	Jenis perangkat output getaran
1	<i>Push button</i> (kotak, rata)	Electret Microphone GY-MAX4466 with Adjustable Gain, 20x14x8 mm	Arduino Uno	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memancar tegak lurus layar akrilik/kaca	Motor getar mini 4 x 17mm, 3V (12.000 rpm)
2	<i>Push button</i> (bulat, rata)	Sound sensor HH_06.03, 55x28x10 mm, dB sensor	Arduino nano	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memancar sejajar layar akrilik/kaca	Koin getar micro, 10 x 3 mm, 3V DC (2.5-4.0 V), 12000 rpm
3	<i>Push button</i> (kotak, rata, menyala)	Mikrofon VMA309, analog-digital output, 42x15x12 mm, adjustable	Arduino micro		Micro waterproof vibration motor coreless, 7 x 25 mm, voltage: 1.5-3 V, speed: 8.000-16.000 rpm
4	<i>Push button</i> (bulat, rata, menyala)		Relay		Mini vibrator motor FF-030, 29 x 15,5 mm, 3 - 12 VDC, 7.200-11.000 rpm
5	<i>touch button</i> (rata, kotak, menyala)				
6	<i>touch button</i> (rata, bulat, menyala)				

Pencarian eksternal dan internal menghasilkan 6, 3, 4, 2 dan 4 calon solusi sub proses untuk tombol, sensor suara, perangkat pengolah data, perangkat output visual dan perangkat output getar. Calon solusi yang diperoleh masih terlalu banyak untuk dikombinasikan dengan tabel kombinasi konsep untuk menghasilkan solusi konsep ( $6 \times 3 \times 4 \times 2 \times 4 = 576$  kombinasi), sehingga masing-masing calon solusi sub proses dievaluasi terlebih dahulu dengan pohon klasifikasi konsep yang dilakukan oleh tim perancangan dengan kelompok diskusi fokus untuk memangkas calon solusi sub masalah yang kurang memberikan harapan sebagai solusi sub masalah. Hasil evaluasi pohon klasifikasi konsep menghasilkan menghasilkan 1, 2, 2, 2 dan 3 calon solusi sub proses untuk tombol, sensor suara, perangkat pengolah data, perangkat output visual dan perangkat output getar yang ditunjukkan pada Tabel 4. Hasil evaluasi menunjukkan calon solusi sub proses yang lebih sempit sehingga dapat dibuat kombinasi konsep sebanyak 24 kombinasi ( $1 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3$ ) pada Tabel 5 yang merupakan hasil akhir proses mendesain konsep-konsep alat.

**Tabel 4.** Hasil evaluasi calon solusi sub masalah dengan pohon klasifikasi konsep

No	Jenis tombol	Jenis sensor suara	Jenis perangkat pengolah data	Jenis perangkat output visual	Jenis perangkat output getaran
1	<i>Push button</i> (bulat, rata, menyala)	Electret Microphone GY-MAX4466 with Adjustable Gain, 20x14x8 mm	Arduino nano	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar tegak lurus layar akrilik/kaca	Motor getar mini 4 x 17 mm, 3V (12.000 rpm)
2		Sound sensor HH_06.03, 55x28x10 mm, dB sensor	Arduino micro	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar sejajar layar akrilik/kaca	Koin getar micro, 10 x 3 mm, 3V DC (2.5-4.0 V), 12000 rpm
3					Micro waterproof vibration motor coreless, 7 x 25 mm, voltage: 1.5-3 V, speed: 8.000-16.000 rpm

Proses perancangan kemudian dilanjutkan memilih konsep produk dengan proses penyaringan dan penilaian konsep. Proses penyaringan konsep ialah proses evaluasi yang masih berupa perkiraan yang ditujukan untuk mempersempit alternatif dan proses penilaian konsep ialah analisis konsep guna memilih salah satu konsep yang memungkinkan untuk membawa kesuksesan pada sebuah produk (Eppinger dan Ulrich, 2015). Proses penyaringan konsep merupakan metode yang dikembangkan oleh Stuart Ough pada 1980 dan biasa disebut dengan *Pugh concept selection* (Pugh, 1990). Proses ini diawali dengan mempersiapkan matriks seleksi dengan masukan hingga 9 konsep, sehingga pada perancangan ini 24 konsep yang terbentuk harus dirampingkan terlebih dahulu hingga menyisakan 9 konsep yang lebih memberikan harapan sebagai solusi konsep. Proses perampingan solusi konsep dilakukan dengan teknik *Multivote* yang melibatkan 10 pakar bidang perancangan mekanik dan elektronika dengan pengalaman di bidangnya selama lebih dari 5 tahun untuk memilih 3 hingga 5 konsep dari 24 konsep. Perampingan solusi konsep dengan metode *Multivote* menghasilkan 9 besar konsep yang paling banyak dipilih pada Tabel 6 dan dengan masing-masing spesifikasi solusi konsep yang ditunjukkan pada Tabel 7.

Hasil perampingan konsep teknik *Multivote* kemudian dijadikan masukan penyusunan matriks seleksi proses penyaringan konsep bersama kriteria penilaian proses penyaringan. Proses ini menggunakan beberapa kriteria penilaian berdasarkan kebutuhan pengguna meliputi aspek kualitas output, keawetan alat, ke-compact-an alat, biaya realisasi, dan kemudahan proses realisasi. Proses penyaringan konsep membandingkan konsep yang disaring dengan konsep referensi masing-masing kriteria penyaringan dengan diberikan nilai “+” jika lebih baik, “0” jika setara dan “-” jika lebih buruk. Proses penyaringan

menggunakan desain produk A.Ds (Lee, 2014) sebagai konsep reverensi. Hasil proses ini ditunjukkan pada Tabel 8 dimana diperoleh 3 konsep (konsep 3, 8 dan 9) dengan nilai akhir tertinggi dan pada proses selanjutnya digunakan sebagai masukan proses penilaian konsep dengan kriteria penilaian yang lebih spesifik. Konsep 15 memiliki nilai tertinggi kedua dan masuk dalam 4 besar konsep dengan nilai tertinggi, namun konsep ini tidak dilanjutkan pada proses penilaian konsep dengan pertimbangan menggunakan sensor suara “HH 06.03” yang memiliki harga terlalu tinggi. Modifikasi pada konsep 15 juga tidak memungkinkan dilakukan karena penggantian sensor suara dengan jenis “Microphone GY-MAX4466” akan membuat spesifikasi konsep ini menjadi sama dengan konsep 3 yang sudah terpilih untuk dilanjutkan pada proses penilaian konsep.

**Tabel 5.** Hasil kombinasi konsep

No	Nama solusi konsep	Jenis tombol	Jenis sensor suara	Jenis perangkat pengolah data	Jenis perangkat output visual	Jenis perangkat output getaran
1	Konsep 1	Push button (bulat, rata, menyala)	Electret Microphone GY-MAX4466 with Adjustable Gain, 20x14x8 mm	Arduino nano	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar tegak lurus layar akrilik/kaca	Motor getar mini 4 x 17 mm, 3V (12.000 rpm)
2	Konsep 2	Push button (bulat, rata, menyala)	Electret Microphone GY-MAX4466 with Adjustable Gain, 20x14x8 mm	Arduino nano	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar tegak lurus layar akrilik/kaca	Koin getar micro, 10 x 3 mm, 3V DC (2.5-4.0 V), 12000 rpm
3	Konsep 3	Push button (bulat, rata, menyala)	Electret Microphone GY-MAX4466 with Adjustable Gain, 20x14x8 mm	Arduino nano	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar tegak lurus layar akrilik/kaca	Micro waterproof vibration motor coreless , 7 x 25 mm, voltage: 1.5-3 V, speed: 8.000-16.000 rpm
4	Konsep 4	Push button (bulat, rata, menyala)	Electret Microphone GY-MAX4466 with Adjustable Gain, 20x14x8 mm	Arduino nano	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar sejajar layar akrilik/kaca	Motor getar mini 4 x 17 mm, 3V (12.000 rpm)
5	Konsep 5	Push button (bulat, rata, menyala)	Electret Microphone GY-MAX4466 with Adjustable Gain, 20x14x8 mm	Arduino nano	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar sejajar layar akrilik/kaca	Koin getar micro, 10 x 3 mm, 3V DC (2.5-4.0 V), 12000 rpm
6	Konsep 6	Push button (bulat, rata, menyala)	Electret Microphone GY-MAX4466 with Adjustable Gain, 20x14x8 mm	Arduino nano	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar sejajar layar akrilik/kaca	Micro waterproof vibration motor coreless , 7 x 25 mm, voltage: 1.5-3 V, speed: 8.000-16.000 rpm
7	Konsep 7	Push button (bulat, rata, menyala)	Electret Microphone GY-MAX4466 with Adjustable Gain, 20x14x8 mm	Arduino micro	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar tegak lurus layar akrilik/kaca	Motor getar mini 4 x 17 mm, 3V (12.000 rpm)
8	Konsep 8	Push button (bulat, rata, menyala)	Electret Microphone GY-MAX4466 with Adjustable Gain, 20x14x8 mm	Arduino micro	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar tegak lurus layar akrilik/kaca	Koin getar micro, 10 x 3 mm, 3V DC (2.5-4.0 V), 12000 rpm
9	Konsep 9	Push button (bulat, rata, menyala)	Electret Microphone GY-MAX4466 with Adjustable Gain, 20x14x8 mm	Arduino micro	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar tegak lurus layar akrilik/kaca	Micro waterproof vibration motor coreless , 7 x 25 mm, voltage: 1.5-3 V, speed: 8.000-16.000 rpm
10	Konsep 10	Push button (bulat, rata, menyala)	Electret Microphone GY-MAX4466 with Adjustable Gain, 20x14x8 mm	Arduino micro	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar sejajar layar akrilik/kaca	Motor getar mini 4 x 17 mm, 3V (12.000 rpm)
11	Konsep 11	Push button (bulat, rata, menyala)	Electret Microphone GY-MAX4466 with Adjustable Gain, 20x14x8 mm	Arduino micro	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar sejajar layar akrilik/kaca	Koin getar micro, 10 x 3 mm, 3V DC (2.5-4.0 V), 12000 rpm
12	Konsep 12	Push button (bulat, rata, menyala)	Electret Microphone GY-MAX4466 with Adjustable Gain, 20x14x8 mm	Arduino micro	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar sejajar layar akrilik/kaca	Micro waterproof vibration motor coreless , 7 x 25 mm, voltage: 1.5-3 V, speed: 8.000-16.000 rpm
13	Konsep 13	Push button (bulat, rata, menyala)	Sound sensor HH_06.03, 55x28x10 mm, dB sensor	Arduino nano	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar tegak lurus layar akrilik/kaca	Motor getar mini 4 x 17 mm, 3V (12.000 rpm)
14	Konsep 14	Push button (bulat, rata, menyala)	Sound sensor HH_06.03, 55x28x10 mm, dB sensor	Arduino nano	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar tegak lurus layar akrilik/kaca	Koin getar micro, 10 x 3 mm, 3V DC (2.5-4.0 V), 12000 rpm
15	Konsep 15	Push button (bulat, rata, menyala)	Sound sensor HH_06.03, 55x28x10 mm, dB sensor	Arduino nano	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar tegak lurus layar akrilik/kaca	Micro waterproof vibration motor coreless , 7 x 25 mm, voltage: 1.5-3 V, speed: 8.000-16.000 rpm
16	Konsep 16	Push button (bulat, rata, menyala)	Sound sensor HH_06.03, 55x28x10 mm, dB sensor	Arduino nano	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar sejajar layar akrilik/kaca	Motor getar mini 4 x 17 mm, 3V (12.000 rpm)
17	Konsep 17	Push button (bulat, rata, menyala)	Sound sensor HH_06.03, 55x28x10 mm, dB sensor	Arduino nano	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar sejajar layar akrilik/kaca	Koin getar micro, 10 x 3 mm, 3V DC (2.5-4.0 V), 12000 rpm
18	Konsep 18	Push button (bulat, rata, menyala)	Sound sensor HH_06.03, 55x28x10 mm, dB sensor	Arduino nano	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar sejajar layar akrilik/kaca	Micro waterproof vibration motor coreless , 7 x 25 mm, voltage: 1.5-3 V, speed: 8.000-16.000 rpm
19	Konsep 19	Push button (bulat, rata, menyala)	Sound sensor HH_06.03, 55x28x10 mm, dB sensor	Arduino micro	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar tegak lurus layar akrilik/kaca	Motor getar mini 4 x 17 mm, 3V (12.000 rpm)
20	Konsep 20	Push button (bulat, rata, menyala)	Sound sensor HH_06.03, 55x28x10 mm, dB sensor	Arduino micro	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar tegak lurus layar akrilik/kaca	Koin getar micro, 10 x 3 mm, 3V DC (2.5-4.0 V), 12000 rpm
21	Konsep 21	Push button (bulat, rata, menyala)	Sound sensor HH_06.03, 55x28x10 mm, dB sensor	Arduino micro	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar tegak lurus layar akrilik/kaca	Micro waterproof vibration motor coreless , 7 x 25 mm, voltage: 1.5-3 V, speed: 8.000-16.000 rpm
22	Konsep 22	Push button (bulat, rata, menyala)	Sound sensor HH_06.03, 55x28x10 mm, dB sensor	Arduino micro	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar sejajar layar akrilik/kaca	Motor getar mini 4 x 17 mm, 3V (12.000 rpm)
23	Konsep 23	Push button (bulat, rata, menyala)	Sound sensor HH_06.03, 55x28x10 mm, dB sensor	Arduino micro	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar sejajar layar akrilik/kaca	Koin getar micro, 10 x 3 mm, 3V DC (2.5-4.0 V), 12000 rpm
24	Konsep 24	Push button (bulat, rata, menyala)	Sound sensor HH_06.03, 55x28x10 mm, dB sensor	Arduino micro	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar sejajar layar akrilik/kaca	Micro waterproof vibration motor coreless , 7 x 25 mm, voltage: 1.5-3 V, speed: 8.000-16.000 rpm

**Tabel 6.** Hasil 9 besar konsep dengan teknik *Multivote*

No	Nama solusi konsep	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
1	Konsep 3				1	1	1					3
2	Konsep 7		1					1				3
3	Konsep 8	1				1					1	3
4	Konsep 9	1		1	1	1	1					5
5	Konsep 15				1			1	1			3
6	Konsep 18			1	1				1			3
7	Konsep 19	1						1		1	1	4
8	Konsep 21			1	1		1		1			4
9	Konsep 22	1								1	1	3

**Tabel 7.** Spesifikasi solusi masalah 9 besar konsep

No	Nama konsep solusi masalah	Jenis tombol	Jenis sensor suara	Jenis perangkat pengolah data	Jenis perangkat output visual	Jenis perangkat output getaran
1	Konsep 3	Push button (bulat, rata, menyala)	Electret Microphone GY-MAX4466 with Adjustable Gain, 20x14x8 mm	Arduino nano	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar tegak lurus layar akrilik/kaca	Micro waterproof vibration motor coreless , 7 x 25 mm, voltage: 1.5-3 V, speed: 8.000-16.000 rpm
2	Konsep 7	Push button (bulat, rata, menyala)	Electret Microphone GY-MAX4466 with Adjustable Gain, 20x14x8 mm	Arduino micro	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar tegak lurus layar akrilik/kaca	Motor getar mini 4 x 17 mm, 3V (12.000 rpm)
3	Konsep 8	Push button (bulat, rata, menyala)	Electret Microphone GY-MAX4466 with Adjustable Gain, 20x14x8 mm	Arduino micro	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar tegak lurus layar akrilik/kaca	Koin getar micro, 10 x 3 mm, 3V DC (2.5-4.0 V), 12000 rpm
4	Konsep 9	Push button (bulat, rata, menyala)	Electret Microphone GY-MAX4466 with Adjustable Gain, 20x14x8 mm	Arduino micro	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar tegak lurus layar akrilik/kaca	Micro waterproof vibration motor coreless , 7 x 25 mm, voltage: 1.5-3 V, speed: 8.000-16.000 rpm
5	Konsep 15	Push button (bulat, rata, menyala)	Sound sensor HH_06.03, 55x28x10 mm, dB sensor	Arduino nano	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar tegak lurus layar akrilik/kaca	Micro waterproof vibration motor coreless , 7 x 25 mm, voltage: 1.5-3 V, speed: 8.000-16.000 rpm
6	Konsep 18	Push button (bulat, rata, menyala)	Sound sensor HH_06.03, 55x28x10 mm, dB sensor	Arduino nano	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar sejajar layar akrilik/kaca	Micro waterproof vibration motor coreless , 7 x 25 mm, voltage: 1.5-3 V, speed: 8.000-16.000 rpm
7	Konsep 19	Push button (bulat, rata, menyala)	Sound sensor HH_06.03, 55x28x10 mm, dB sensor	Arduino micro	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar tegak lurus layar akrilik/kaca	Motor getar mini 4 x 17 mm, 3V (12.000 rpm)
8	Konsep 21	Push button (bulat, rata, menyala)	Sound sensor HH_06.03, 55x28x10 mm, dB sensor	Arduino micro	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar tegak lurus layar akrilik/kaca	Micro waterproof vibration motor coreless , 7 x 25 mm, voltage: 1.5-3 V, speed: 8.000-16.000 rpm
9	Konsep 22	Push button (bulat, rata, menyala)	Sound sensor HH_06.03, 55x28x10 mm, dB sensor	Arduino micro	(Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd) memacar sejajar layar akrilik/kaca	Motor getar mini 4 x 17 mm, 3V (12.000 rpm)

**Tabel 8.** Hasil penyaringan konsep

Kriteria penyaringan	A.Ds (Lee, 2014) (Reverensi)	Konsep								
		3	7	8	9	15	18	19	21	22
Kualitas output	0	0	+	0	0	0	-	+	0	-
Keawetan alat	0	+	-	0	+	0	-	-	0	-
Ke-compact-an alat	0	+	-	+	0	+	+	-	0	-
Biaya realisasi	0	0	+	+	+	-	-	-	-	-
Kemudahan proses realisasi	0	0	-	0	0	+	-	-	+	-
Jumlah (+)	0	2	2	2	2	2	1	1	1	0
Jumlah (0)	5	3	0	3	3	2	0	0	3	0
Jumlah (-)	0	0	2	0	0	1	4	4	1	5
Nilai akhir	0	2	0	2	2	1	-3	-3	0	-5
Peringkat	3	1	3	1	1	2	4	4	3	5
Lanjutkan ?	tidak	ya	tidak	ya	ya	tidak	tidak	tidak	tidak	tidak

Proses selanjutnya ialah penilaian konsep yang diawali mempersiapkan matriks seleksi dengan menjabarkan kriteria penyaringan menjadi sub kriteria seleksi yang lebih spesifik pada Tabel 9. Masing-masing kriteria seleksi diberikan bobot kriteria dan dari bobot tersebut dijabarkan menjadi bobot sub kriteria dengan jumlah total bobot sama dengan bobot masing-masing kriteria.

**Tabel 9.** Hasil penjabaran kriteria penilaian konsep

No	Kriteria Seleksi
1	kualitas output
	kejelasan gambar tanda klakson dan sirine
	bias cahaya diluar gambar yang minimal
	keidealan proporsi output getaran
	kemampuan representasi arah getaran
2	keawetan alat
	ketahanan debu
	ketahanan benturan
	ketahanan hujan
3	ke-compact-an alat
	besar dimensi yang menonjol diluar helm
	jumlah dimensi yang menonjol diluar helm
	kerapian perangkat visual
4	biaya realisasi
	biaya material
	biaya permesinan
	biaya komponen standar
	biaya perakitan
5	kemudahan proses realisasi
	kemudahan perakitan
	kemudahan permesinan
	kemudahan pemrograman

Proses penilaian konsep dilakukan dengan membandingkan masing-masing sub kriteria dengan konsep referensi dengan memberikan nilai 1 bila konsep yang dinilai sangat buruk dibandingkan referensi, 2 jika lebih buruk, 3 jika sama, 4 jika lebih baik dan 5 jika

sangat lebih baik. Setelah semua sub kriteria ternilai hasil penilaian masing-masing konsep dikalikan dengan bobot per sub kriteria untuk menghasilkan nilai bobot. Nilai bobot masing-masing konsep yang dinilai kemudian dijumlahkan dan dibuat urutan peringkat konsep berdasarkan total nilai bobot tertinggi hingga terendah. Hasil penilaian konsep ditunjukkan pada Tabel 10 dimana Konsep 3 memiliki nilai bobot tertinggi dan ditetapkan sebagai solusi konsep pada proses perancangan ini. Spesifikasi alat yang merupakan hasil solusi konsep (Konsep 3) ditunjukkan pada Tabel 11.

**Tabel 10.** Hasil penilaian konsep

No	Kriteria Seleksi	Bobot per kriteria (%)	bobot per sub kriteria (%)	Konsep					
				3		8		9	
				Nilai	Nilai bobot	Nilai	Nilai bobot	Nilai	Nilai bobot
1	kualitas output kejelasan gambar tanda klakson dan sirine	30	10	5	0,5	5	0,5	5	0,5
	bias cahaya diluar gambar yang minimal		8	2	0,2	2	0,2	2	0,2
	keidealn proporsi output getaran		6	4	0,4	3	0,3	4	0,4
	kemampuan representasi arah getaran		6	4	0,4	4	0,4	4	0,4
2	keawetan alat ketahanan debu	20	6	4	0,4	4	0,4	4	0,4
	ketahanan benturan		7	5	0,5	3	0,3	4	0,4
	ketahanan hujan		7	4	0,4	3	0,3	4	0,4
3	ke-compact-an alat besar dimensi yang menonjol diluar helm	15	5	3	0,3	3	0,3	2	0,2
	jumlah dimensi yang menonjol diluar helm		4	4	0,4	3	0,3	3	0,3
	kerapian perangkat visual		6	3	0,3	3	0,3	3	0,3
4	biaya realisasi biaya material	20	5	4	0,4	4	0,4	3	0,3
	biaya permesinan		5	4	0,4	4	0,4	3	0,3
	biaya komponen standar		5	2	0,2	1	0,1	1	0,1
	biaya perakitan		5	3	0,3	2	0,2	3	0,3
5	kemudahan proses realisasi kemudahan perakitan	15	5	3	0,3	2	0,2	3	0,3
	kemudahan permesinan		5	3	0,3	2	0,2	3	0,3
	kemudahan pemrograman		5	3	0,3	3	0,3	3	0,3
Nilai Total				6		5,1		5,4	
Peringkat				1		3		2	
Lanjutkan ?				ya		tidak		tidak	

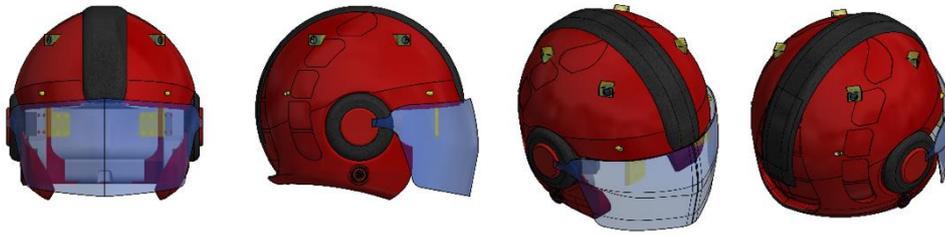
**Tabel 11.** Hasil solusi konsep alat

Nama konsep solusi masalah	: Konsep 3
Jenis tombol	: Push button (bulat, rata, menyala)
Jenis sensor suara	: Electret Microphone GY-MAX4466 with Adjustable Gain, 20x14x8 mm
Jenis perangkat pengolahan data	: Arduino nano
Jenis perangkat output visual	: LED memancar tegak lurus layar akrilik/kaca (Ultrabright LED, Ø 5 mm, TLCR5800, view angle 8°, 5750 cmd)
Jenis perangkat output getaran	: Micro waterproof vibration motor coreless, 7x25 mm, voltage:1.5-3 V, speed:8.000-16.000 rpm

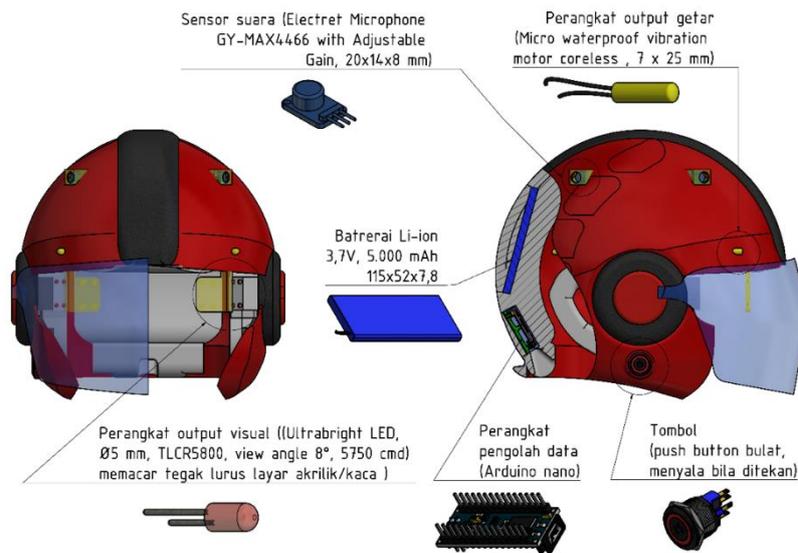
2. Pemodelan 3 dimensi alat, pembahasan dan evaluasi produk

Pemodelan 3 dimensi konsep produk dilakukan dengan *Autodesk Inventor* berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan pengguna dengan metode QFD (Tabel 1 dan 2) penelitian sebelumnya dan hasil solusi konsep alat pada penelitian ini (Tabel 11). Hasil pemodelan 3 dimensi alat bantu berkendara sepeda motor tunarungu ditunjukkan pada Gambar 4 yang digabungkan dengan helm pengendara. Hal ini memiliki keuntungan tidak menambah peralatan tambahan bagi pengendara sepeda motor tunarungu saat berkendara. Aplikasi peralatan alat bantu pada helm tidak menambah dimensi helm secara signifikan karena hampir semua komponen yang digunakan dapat masuk pada tubuh helm tanpa mengganggu fungsi helm. Bagian yang menonjol keluar dari tubuh helm ialah penempatan sensor suara *Electret Microphone GY-MAX4466* yang menonjol ±12 mm diluar cangkang helm karena untuk menempatkan penangkap signal suara sensor tersebut, namun hal ini masih memenuhi target *technical response* karena maksimal dimensi komponen yang menonjol dari helm

ialah 40 mm agar dimensi tetap *compact*. Secara detail, penempatan komponen alat pada helm ditunjukkan pada Gambar 5.



**Gambar 4.** Hasil model 3 dimensi desain alat bantu berkendara sepeda motor tunarungu

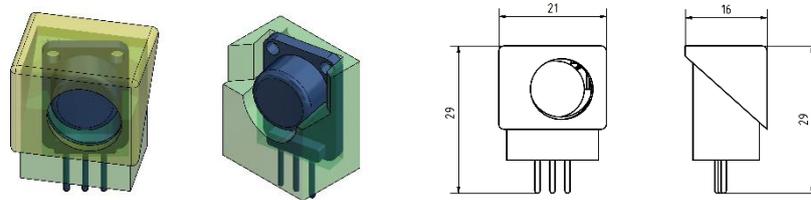


**Gambar 5.** Penempatan komponen alat pada helm

Selain penempatan sensor suara yang menonjol keluar, tidak terdapat komponen lain yang memberikan dimensi tambahan pada helm. Hal ini dikarenakan spesifikasi komponen yang digunakan hasil metode perancangan QFD dan perancangan dan pengembangan produk menghasilkan spesifikasi komponen dengan dimensi minimal dengan fungsi komponen yang baik mulai dari peralatan input yaitu sensor suara jenis *mikrophone* dan tombol *push button* yang menyala saat perangkat aktif, perangkat pengolah data dengan Arduino Nano berukuran kecil (43,2x18,5x7,2 mm), perangkat output getar motor vibrasi berukuran kecil (dia 7x25 mm) serta tahan air, dan perangkat output visual berupa lampu LED yang dipancarkan pada layar akrilik yang pada bagian layar digambar pola lingkaran (tanda sirine) dan pola belah ketupat (tanda klakson) dengan teknologi laser.

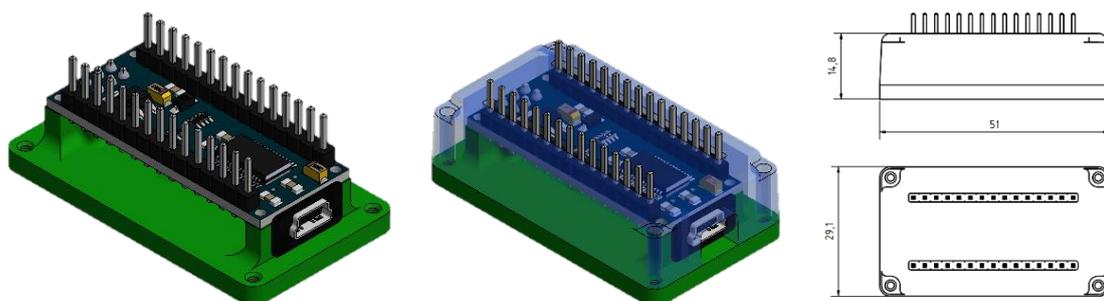
Perangkat input berupa sensor suara *Electret Microphone* GY-MAX4466 pada aplikasinya ditambahkan *holder* dan *cover* agar aman dan terlindung dari benturan dan air hujan namun tetap didesain dengan *compact* sehingga tidak banyak menambah dimensi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Perangkat input lain pada perangkat ini ialah penggunaan tombol *push button* berbentuk bulat yang dilengkapi lampu indikator saat perangkat aktif. Fungsi tombol ini ialah untuk menghidupkan alat bantu saat digunakan berkendara dan mematikannya saat tidak digunakan. Alasan pemilihan jenis komponen ini karena secara visual mata lebih mudah fokus pada bentuk bulat daripada persegi dan dengan

dilengkapi lampu yang menyala saat perangkat aktif akan lebih membantu pemahaman pengguna tunarungu.

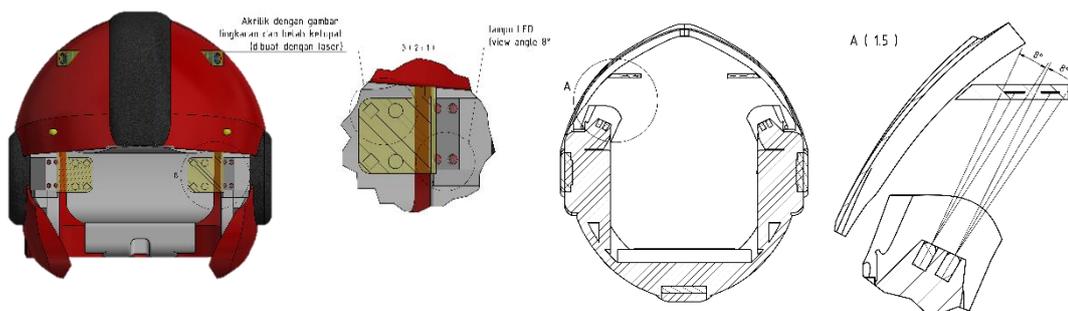


**Gambar 6.** Dimensi dan bentuk *holder* dan *cover* sensor suara

Perangkat pengolah data Arduino Nano diberikan pengaman dari benturan, air dan debu dengan memasukan komponen ini pada cover tertutup, namun tetap memperhatikan dimensi *cover* agar tetap masuk dengan baik dalam cangkang helm. Dimensi dan bentuk *cover* beserta komponen Arduino Nano didalamnya ditunjukkan pada Gambar 7. Arduino Nano mengolah data masukan dari 4 sensor suara yang mendeteksi suara klakson atau sirine, 4 sensor suara terbagi atas sudut setiap  $90^\circ$  yang merepresentasikan arah kanan depan dan belakang serta kiri depan dan belakang seperti pada model 3 dimensi alat (Gambar 5). Hasil pengolahan data Arduino Nano kemudian diteruskan pada 4 perangkat getar motor vibrasi yang ditempatkan dibawah masing-masing sensor suara dan akan bergetar sesuai arah datangnya suara klakson atau sirine. Selain itu, Arduino Nano juga memberikan perintah pada lampu LED yang berjumlah 8 lampu untuk memancarkan sinar pada gambar objek yang terukir pada layar akrilik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8. 8 lampu LED merepresentasikan 4 arah seperti halnya perangkat getar, namun juga berfungsi untuk membedakan suara klakson dan sirine yang ditunjukkan dengan disinarnya bentuk gambar yang berbeda (lingkaran untuk sirine dan belah ketupat untuk klakson) oleh lampu LED.



**Gambar 7.** Dimensi dan bentuk *cover* Arduino Nano



**Gambar 8.** Posisi lampu LED dan system kerja output cahaya perangkat

**Tabel 12.** Spesifikasi akhir alat bantu berkendara sepeda motor tunarungu

Spesifikasi akhir desain usulan alat bantu berkendara sepeda motor tunarungu				
No	Spesifikasi			
1	Dimensi alat	325 x 380 x 385 mm		
2	Dimensi helm	326 x 380 x 385 mm		
3	Sumber daya alat	Baterai li-ion 5.000 mAh (115 x 52 x 7,8 mm)		
4	Jenis sensor alat suara	jenis	electret microphone GY-MAX4466 with adjustable gain	
		dimensi	20 x 14 x 8 mm	
		jangkauan frekuensi	20 - 20.000 Hz	
		rentan intensitas suara	80 - 126 dB	
		jumlah	4	
5	Jenis pengolah data Arduino Nano	dimensi	43,2 x 18,5 x 7,2 mm	
		jumlah port analog input	8	
		jumlah port digital input dan output/PWM	14 / 6	
		tegangan kerja	5 V	
6	Jenis output alat Perangkat visual	LED + layar akrilik bergambar *(5mm)	jenis Ultrabright LED (Ø 5 mm), TLCR5800	
			warna merah	
			luminous Intensity Iv > 7500 cmd	
			angle of Half Intensity 4°	
			diameter / warna 5 mm / merah	
		jumlah 4		
	Perangkat motor vibrasi getar	jenis	Micro waterproof vibration motor (coreless )	
		dimensi	dia 7 x 25 mm	
		tegangan kerja	1.5-3 V	
		kecepatan motor	8.000-16.000 rpm	
jumlah		4		
7	Interface pengguna Tombol	jenis	push button 19 mm stainless LED merah, dengan logo power	
		jumlah	1	
8	Harga total	Rp 750.000,-		

Hasil perancangan dan pemodelan 3 dimensi pada penelitian ini menghasilkan desain yang lebih detail dari segi bentuk alat dalam model 3 dimensi dan spesifikasi alat dan komponen penyusun alat yang spesifik (Tabel 12) sebelum dilanjutkan ke tahap prototipe dan pengujian selanjutnya. Desain yang diperoleh sudah didasari oleh kebutuhan pengguna yang informasinya diperoleh di penelitian sebelumnya, sehingga diharapkan akan menjadi alat bantu yang secara tepat memenuhi kebutuhan penyandang tunarungu dalam berkendara dengan sepeda motor. Desain yang dihasilkan dalam penelitian ini juga melengkapi jenis alat bantu bagi tunarungu dalam memperluas aksesibilitasnya, yang mana pada penelitian sebelumnya sudah dirancang alat bantu berkendara untuk mobil, pejalan kaki, mengenali navigasi suara GPS dan pada hasil perancangan ini untuk pengendara sepeda motor bagi tunarungu.

## PENUTUP

### Simpulan

Perancangan alat bantu berkendara sepeda motor tunarungu telah dilakukan untuk melanjutkan hasil identifikasi kebutuhan pengguna pada penelitian sebelumnya (Prasetyo dan Susetyo, 2020) dengan metode perancangan dan pengembangan produk (Eppinger dan Ulrich, 2015) dan menghasilkan desain yang detail dan spesifik dalam model 3 dimensi (Gambar 4-8), sistem kerja alat dan komponen yang digunakan untuk menjalankan fungsi alat tersebut (Tabel 11). Spesifikasi desain alat secara keseluruhan yang menjadi hasil dalam proses perancangan di penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 12.

### Saran

Model 3 dimensi alat hasil perancangan pada penelitian ini, setelah dikonsultasikan dengan beberapa pihak terkait dan pakar di bidang disabilitas, perancangan produk dan elektronika, maka diperoleh beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya. Saran pertama adalah hasil rancangan pada penelitian pada penelitian selanjutnya dapat dilanjutkan

ke tahap realisasi alat dan pengujian langsung kepada pengguna melalui simulasi berkendara riil yang terukur untuk menggambarkan keefektifan alat dalam menjalankan fungsinya serta dalam memenuhi kebutuhan pengguna penyandang tunarungu dalam berkendara sepeda motor di jalan raya. Hasil pengujian selanjutnya dapat dijadikan masukan untuk tahap pengembangan alat selanjutnya sehingga dihasilkan alat bantu yang lebih baik. Saran selanjutnya setelah diperoleh alat yang efektif selanjutnya proses pengembangan dapat dilanjutkan untuk dapat membuat biaya realisasi alat menjadi semurah mungkin tanpa mengurangi keefektifan alat untuk menjalankan fungsinya dan memenuhi kebutuhan pengguna. Metode *Design for Manufactur* (DFM) dapat digunakan untuk melakukan evaluasi pengembangan ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bandara, M., & Balasuriya, D. N. (2017). *Design of a road-side threat alert system for deaf pedestrians*.
- Data, P. (2014). Informasi Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Situasi penyandang disabilitas. *Buletin Jendela Data Dan Informasi Kesehatan*, 1–18.
- Eppinger, S., & Ulrich, K. (2015). *Product design and development*. McGraw-Hill Higher Education.
- Hallahan, D. P., Pullen, P. C., Kauffman, J. M., & Badar, J. (2020). Exceptional learners. In *Oxford Research Encyclopedia of Education*.
- Lee, J., Elzawawy, A., & Rahemi, H. A. (2014). A. Ds: Aid device for deaf drivers. *Proceedings of the Welfth LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2014) " Excellence in Engineering To Enhance a Country's Productivity*.
- Mohammadi, S., & Mesgarha, S. G. (2012). Horn of Car Sensitive Controlled System for Helping Deaf Drivers and Improving Their Driving. *Advanced Materials Research*, 433, 6751–6754.
- Organization, W. H. (2011). *World report on disability 2011*. World Health Organization.
- Otoom, M., Alzubaidi, M. A., & Aloufee, R. (2020). Novel navigation assistive device for deaf drivers. *Assistive Technology*, 1–11.
- Prasetyo, P. E., & Susetyo, A. E. (2020). Analisis kebutuhan pengguna alat bantu berkendara sepeda motor tunarungu dengan metode quality function deployment. *Jurnal Taman Vokasi*, 8, 1.
- Pugh, S. (1990). *Total Design*, Addison Wesley Pub. Co. Harlow, England.
- WHO. (2021). *Deafness and hearing loss*. Wwww.Who.Int. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>.