

PERENCANAAN DAN APLIKASI SISTEM AUDIO 2-WAY UNTUK MENGHASILKAN FLAT FREQUENCY DAN EFEK STAGING-IMAGING PADA TOYOTA YARIS

Marshall Clarence Andries, Teng Sutrisno

Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia

Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658

E-mail : MarshallAndries@yahoo.com, tengsutrisno@petra.ac.id

ABSTRAK

Sistem audio adalah komponen penting dalam kendaraan yang mampu menghilangkan rasa jenuh dalam berkendara. Namun sistem audio OEM pada umumnya menggunakan perangkat audio sederhana dengan kemampuan terbatas. Sistem audio standar tidak mampu memenuhi kebutuhan frekuensi secara merata serta tidak dapat menghasilkan efek staging – imaging. Penelitian ini mencoba mengaplikasikan sistem yang terdiri dari speaker 2 way serta sebuah subwoofer. Perangkat audio ini juga didukung dengan penggunaan head unit, power amplifier, serta treatment akustik yang bertujuan memperoleh frekuensi yang merata serta efek staging – imaging. Dengan menggunakan sistem tersebut, frekuensi yang dihasilkan merata dari 125 Hz ke atas, serta mampu menghasilkan efek staging - imaging di mana suara berasal dari tengah dasbor. Flat frequency yang dihasilkan sistem audio terlihat pada grafik RTA. Untuk frekuensi 125 Hz ke bawah output yang dihasilkan tidak merata karena suara mesin mobil. Efek staging – imaging juga berhasil diterapkan pada sistem audio yang baru. Hal ini dibuktikan melalui hasil kuesioner, di mana lebih dari 50 % responden setuju bahwa suara yang dihasilkan berasal dari tengah dasbor serta berada di atas dasbor. Pemasangan audio tidak mengganggu fungsi interior mobil sedikit pun, di mana seluruh responden mengatakan bahwa pandangan tidak terganggu oleh sistem audio yang baru.

Kata kunci: audio mobil, staging-imaging, flat frequency

1. Pendahuluan

Sistem audio adalah komponen penting dalam kendaraan yang mampu menghilangkan rasa jenuh dalam berkendara. Setiap kendaraan dilengkapi sistem audio *OEM*, namun sistem audio *OEM* pada umumnya memiliki kualitas yang kurang bagus karena hanya terdiri dari *speaker* dan *head unit* dengan kemampuan terbatas^[1]. Sistem audio *OEM* tidak mampu menghasilkan frekuensi secara merata serta efek *staging – imaging*. Padahal manusia memiliki kemampuan mendengar dengan rentang frekuensi 20 Hz hingga 20.000 Hz (Buntarto)^[2]. Oleh karena itu perlu dilakukan penambahan perangkat audio yang terdiri dari *head unit* dengan fitur pengaturan suara, penggunaan beberapa *speaker* sekaligus sesuai klasifikasinya^[3], *power amplifier*, hingga *treatment* akustik agar kualitas audio meningkat. Namun di sisi lain, penambahan perangkat audio *aftermarket* juga mengurangi fungsionalitas kendaraan karena akan mengganggu fungsi dari interior kendaraan, seperti pandangan ke depan terganggu akibat pemasangan *speaker* pada pilar serta *space* bagasi yang berkurang akibat pemasangan audio. Maka dari itu, dibutuhkan perancangan sistem audio mobil baru yang mampu menghasilkan frekuensi secara merata efek *staging – imaging*. Namun pemasangan sistem audio yang baru diharapkan menggunakan sistem instalasi *OEM Look* dengan tidak mengorbankan fungsi interior sedikit pun. Hal ini menjadi pertimbangan karena pemasangan audio pada umumnya mengorbankan fungsi interior, terutama bagasi mobil.

2. Metode Penelitian

Pemasangan audio dilakukan secara bertahap, dimulai dari pengadaan sistem audio, instalasi, *tuning/setting*, serta pengujian yang dilakukan kepada responden.

Pengadaan sistem audio dilakukan dengan mempertimbangkan spesifikasi komponen serta melakukan perhitungan daya serta ukuran kabel dan sekring.

Instalasi akan melakukan pemasangan seluruh komponen dengan teknik *placement* yang benar, pembuatan dudukan serta *box*, *treatment* akustik (Asawendo)^[4], serta sistem perkabelan (*wiring*) yang mana seluruh komponen audio tambahan dipasang secara *OEM Look* tanpa mengganggu fungsi interior.

Tuning/setting dilakukan untuk memastikan setiap komponen bekerja secara harmonis, mulai dari *setting balance*, *phase*, *power IC*, *subwoofer*, *gain*, *crossover*, *equalizer*, hingga *time correction*.

Pengujian terhadap responden dilakukan untuk memastikan apakah sistem audio yang baru menghasilkan efek *staging – imaging* tanpa mengganggu fungsi interior itu sendiri.

3. Hasil dan Pembahasan

Tahap pertama instalasi sistem audio adalah pengadaan sistem audio. Pengadaan sistem audio meliputi perencanaan sistem audio secara keseluruhan serta perhitungan daya dan ukuran kabel serta sekring.

Perencanaan Sistem Audio akan membahas sistem audio baru yang terdiri dari sebuah *head unit* yang mengendalikan sepasang *fullrange* dan *midbass* serta sebuah *subwoofer*. Untuk *fullrange* dan *midbass* di *drive power 4 channel*, sedangkan *subwoofer* di *drive power 2 channel*.

Pemilihan spesifikasi disesuaikan dengan karakter masing – masing komponen.

Head Unit menggunakan produk lansiran Alpine, dengan *processor internal* dan 3 pasang RCA yang dapat menyalakan sistem secara *full* aktif.

Fullrange 2 inci dengan magnet neodmium dan konus aluminium yang dipasang pada pilar A untuk menghasilkan suara yang jernih.

Midbass 6.5 inci dengan magnet strontium dan konus *carbon kevlar* untuk bass yang *punchy* serta suara jernih dan detail.

Subwoofer 10 inci shallow mount dengan konus *carbon kevlar* agar memiliki karakter bass sesuai dengan *midbass*.

Power amplifier 4 channel untuk *fullrange* serta *midbass* dan *power 2 channel* untuk *subwoofer (bridged)* dengan dimensi kecil agar dapat ditempatkan di bawah jok pengemudi.

Peredam berbahan aspal dengan tebal 2mm untuk meredam getaran serta mengurangi *noise*.

Dengan spesifikasi *power amplifier 4 channel* yang menghasilkan tenaga 4x100 Watt, serta *power 2 channel* yang menghasilkan tenaga 150 Watt, maka dilakukan perhitungan kelistrikan standar mobil agar mampu memberi daya pada komponen audio.

$$\begin{aligned}
 P &= V \cdot I \\
 &= \text{Tegangan} \cdot \text{Arus} \\
 &= 12 \cdot 80 \\
 &= 960 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Kelistrikan mobil dengan daya 960 Watt masih mampu memenuhi kebutuhan *power amplifier* secara total yang membutuhkan daya 550 Watt. Untuk perhitungan ukuran kabel dan sekring menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
 I &= P/V \\
 &= \text{Daya/Tegangan}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan kabel power sebagai berikut.

Power 4 channel

$$\begin{aligned}
 I &= 400/12 \\
 I &= 33.3 \text{ A} \\
 &= 8 \text{ AWG}
 \end{aligned}$$

Power 2 channel

$$\begin{aligned}
 I &= 150/12 \\
 I &= 12.5 \text{ A} \\
 &= 8 \text{ AWG}
 \end{aligned}$$

Kabel *Speaker*

$$\begin{aligned}
 I &= 100/12 \\
 I &= 8.33 \text{ A} \\
 &= 16 \text{ AWG}
 \end{aligned}$$

Kabel *Subwoofer*

$$\begin{aligned}
 I &= 150/12 \\
 I &= 12.5 \text{ A} \\
 &= 12 \text{ AWG}
 \end{aligned}$$

Sekring

$$I(4ch) = 400/12$$

$$\begin{aligned}
 &= 33.3 \text{ A} \\
 I(2ch) &= 150/12 \\
 &= 12.5
 \end{aligned}$$

Sekring yang digunakan masing – masing 50 A untuk menyesuaikan sekring audio mobil. Untuk pemilihan kabel audio, juga disesuaikan dengan peruntukan dan ketersediaan di pasaran (spesifikasi kabel minimal sama atau lebih baik dari rekomendasi untuk keamanan).

Tahap kedua dalam pemasangan audio adalah instalasi, yang terdiri dari *treatment* akustik, *placement*, pembuatan *box* serta dudukan *speaker*, serta *wiring system*.

Treatment Akustik menggunakan peredam suara yang dipasang pada titik – titik utama untuk meredam getaran serta *noise*. *Treatment* akustik sangat penting karena akan meningkatkan kualitas suara audio secara keseluruhan.



Gambar I Peredam Pintu Mobil



Gambar II Peredam Lantai Mobil



Gambar III Peredam Dinding Bagasi dan Spakbor

Peletakan Komponen (*Placement*)



Gambar IV *Head Unit*

Gambar IV menunjukkan peletakan *head unit* pada tempat asli, namun menggunakan *frame aftermarket* karena *head unit OEM* terintegrasi dengan dasbor.



Gambar V *Fullrange On Axis*

Pemasangan *Fullrange* secara *on axis* pada pilar A (Gambar V) dilakukan agar respon menjadi lebih jelas, bersih serta detail.



Gambar VI *Midbass*

Midbass diletakkan pada tempat *midbass OEM* untuk menghasilkan suara bass dari arah depan.



Gambar VII *Subwoofer*

Subwoofer diletakkan pada ruang bagasi dengan memanfaatkan ruang ban serep sehingga tidak mengurangi volume bagasi.

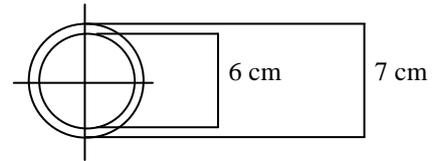


Gambar VIII *Power Amplifier*

Power amplifier diletakkan secara bertumpuk di bawah jok pengemudi, dengan menggunakan kayu mdf sebagai *spacer* untuk memperlancar sirkulasi udara.

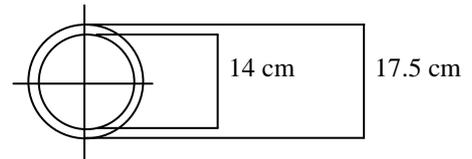
Pembuatan *box* dilakukan untuk pemasangan *subwoofer* serta pembuatan dudukan untuk *fullrange* dan *midbass*.

Dudukan *Fullrange* terbuat dari kayu mdf 6 mm dengan diameter dalam 6 cm serta diameter luar 7 cm.



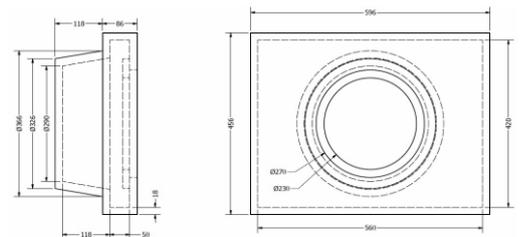
Gambar IX Dudukan *Fullrange*

Dudukan *Midbass* terbuat dari kayu mdf 18 mm dengan diameter dalam 14 cm serta diameter luar 17.5 cm.



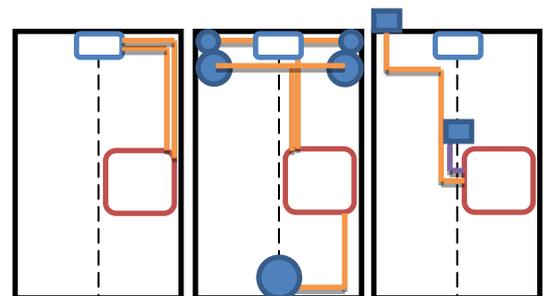
Gambar X Dudukan *Midbass*

Box Subwoofer dirancang mengikuti kontur cekungan ruang ban serep. Volume yang dibutuhkan sebesar 17 liter, dengan kayu mdf yang memiliki ketebalan 18 mm. Jenis *box* yang digunakan adalah *box sealed*.



Gambar XI *Box Subwoofer*

Sistem Perkabelan (*Wiring*) di pasang serapi mungkin dengan jalur yang benar untuk meminimalkan kemungkinan storing serta *noise*. Untuk sistem perkabelan *head unit* tidak banyak berubah dibandingkan standar, hanya ada perubahan pada penggunaan kabel rca dan kabel *remote* untuk menghubungkan *power amplifier*. Untuk pemasangan kabel *power*, kabel rca, serta kabel *speaker* memiliki jalur masing – masing sehingga penataan kabel menjadi rapi dan mencegah kemungkinan storing serta *noise*.



Gambar XII Jalur Perkabelan

Gambar XII menunjukkan jalur perkabelan dari *power amplifier*, di mana gambar kiri menunjukkan peletakan kabel rca yang mengikuti jalur sebelah kanan interior, gambar tengah menunjukkan peletakan kabel

speaker yang mengikuti jalur tengah sisi kanan interior, sedangkan gambar kanan menunjukkan peletakan kabel *power* yang mengikuti jalur tengah sisi kiri interior. Setiap kabel di beri jarak yang cukup untuk mencegah *noise* serta *storing*. Terminasi kabel dilakukan dengan solder serta isolasi bakar untuk memperkuat sambungan seperti pada gambar XIII.



Gambar XIII Terminasi Kabel Speaker

Tuning/Setting pada sistem audio dilakukan secara bertahap untuk memastikan setiap komponen bekerja dengan baik, serta untuk menghasilkan *flat frequency* dan efek *staging – imaging* yang tepat. *Setting* dilakukan secara bertahap mulai dari *setting* tahap 1 hingga *time correction*.

Setting Tahap 1 dilakukan untuk memastikan semua *speaker* bekerja dengan baik dan se-fasa (plus minus tidak ada yang terbalik). Langkah pertama adalah dengan menguji *balance* dari *speaker*. Cek *balance* secara penuh ke kiri dan ke kanan, pada saat *balance full* ke kiri maka yang boleh berbunyi hanya *speaker* kiri saja, dan sebaliknya. Setelah *setting balance* selesai, lakukan pengecekan fasa *speaker*. Pengecekan dilakukan dengan menggunakan *track phase check*, kemudian nyalakan alat *phase-checker* tepat di depan *speaker*. Untuk *speaker* yang *in-phase*, nyala *phase checker* adalah hijau 3 kali serta merah 1 kali. Pastikan setiap *speaker* memiliki nyala indikator yang sama, sehingga setiap *speaker* menjadi *in-phase*. Setelah selesai, lakukan *setting* pada *power IC management* dengan mematikan *power internal head unit* (*Power IC : OFF*) serta menyalakan *subwoofer* dan mengatur mode fasa *subwoofer* pada mode *NORMAL*.

Setting Gain melakukan pengaturan *gain speaker* untuk memastikan setiap *speaker* bekerja secara harmonis dan seimbang. Untuk *subwoofer*, *gain* di atur pada tingkat maksimal karena output *power* yang tidak terlalu besar sehingga dapat menghasilkan suara bass yang maksimal. Untuk *gain speaker* di atur sekitar setengah, kemudian di *fine tune*. *Fullrange* di kurangi sedikit serta *midbass* di tambah sedikit mengingat sensitivitas *fullrange* yang lebih tinggi dibandingkan *midbass* sehingga suara menjadi seimbang.

Setting crossover dilakukan untuk membagi kerja masing – masing *speaker*. Jadi setiap *speaker* menghasilkan frekuensi suara sesuai kemampuannya. Untuk *fullrange* di *cut* pada 400 Hz *slope* 12dB/oktaf, untuk *midbass* di *cut* pada pada frekuensi 250 Hz (*Mid*

High / LPF) serta 80 Hz (*Mid Low / HPF*). Pemotongan dilakukan pada *slope* 12dB/oktaf dengan *level* -1 sehingga suara bass menjadi bulat dan panggung menjadi lebih naik (di atas dasbor). *Subwoofer* di *cut* pada frekuensi 50 Hz dengan *slope* 18dB/oktaf untuk membuat suara *subwoofer* terasa di depan dengan bass yang *low*, empuk, *deep*, serta bulat dengan intensitas yang cukup.

Setting equalizer dilakukan untuk menghasilkan frekuensi secara merata. Cara pengaturan dilakukan dengan menggunakan *pink noise* (terdiri dari kumpulan frekuensi 20 Hz hingga 20 KHz). Pembacaan *output* frekuensi menggunakan RTA. Pengaturan dilakukan hingga frekuensi menjadi rata



Gambar XIV Grafik RTA setelah pengaturan equalizer

Time correction adalah fitur yang dapat mengatur datangnya suara dari *speaker* secara bersamaan. Penggunaan *Time correction* yang tepat dapat menghasilkan efek *staging imaging*. *Speaker* pada mobil memiliki jarak yang berbeda – beda, sehingga waktu tiba suara menjadi tidak bersamaan. *Speaker* kanan yang memiliki jarak lebih dekat dengan telinga, akan datang lebih cepat dibandingkan *speaker* kiri. sehingga seolah – olah suara datang dari kanan (panggung ada di sebelah kanan pengemudi). Karena perbedaan jarak tersebut maka suara yang dihasilkan tidak membentuk efek panggung yang baik. Untuk itu, jarak antar *speaker* harus sama sehingga suara tiba secara bersamaan dan memiliki efek panggung seimbang di tengah. *Setting Time correction* dilakukan dengan mengukur panjang setiap *speaker* (*fullrange*, *midbass*, serta *subwoofer*). Setelah diukur, *speaker* dengan jarak terpanjang akan dijadikan acuan untuk *speaker* lainnya. Untuk sistem audio yang baru ini, *midbass* kiri dan *subwoofer* dijadikan acuan. Untuk *speaker* lain, angka yang dimasukkan ke dalam *setting time correction* adalah selisihnya. Jadi jarak *speaker* terpanjang diselisih dengan *speaker* yang di *delay*. Hasil pengukuran akan ditunjukkan dalam tabel I.

Tabel I Time Correction 1

Speaker	Jarak (cm)	Delay (cm)
Front – L (fullrange kiri)	125	15
Front – R (fullrange kanan)	105	37.4
Rear – L (midbass kiri)	140	0
Rear – R (midbass kanan)	118	23.8
Subwoofer	140	0

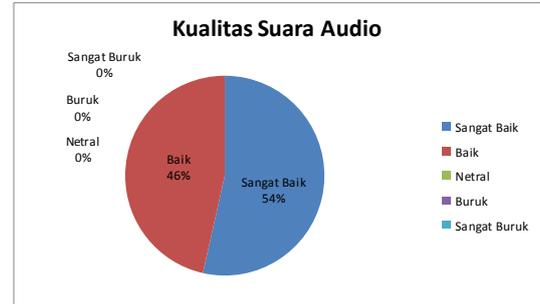
Setting yang dilakukan sesuai Tabel 4.1 membuat jarak speaker seolah – olah sama antara speaker satu dengan lainnya. Hal ini membuat efek panggung terasa di tengah. Namun ketika di tes dengar, efek panggung seolah – olah berada tepat di depan pendengar. Center image terbentuk di depan wajah pendengar, tepatnya di atas setir mobil. Hasil ini kurang sesuai dengan tujuan awal dari efek staging imaging yang menghasilkan center image tepat di tengah dasbor. Untuk itu, dilakukan fine tuning pada setting Time correction sehingga suara tepat berada di tengah dasbor.

Tabel II Time Correction 2

Speaker	Delay (cm)
Front – L (fullrange kiri)	0
Front – R (fullrange kanan)	40.8
Rear – L (midbass kiri)	6.8
Rear – R (midbass kanan)	71.4
Subwoofer	0

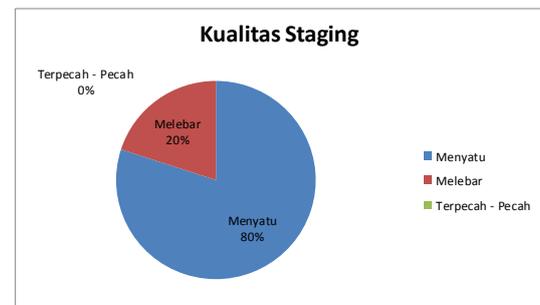
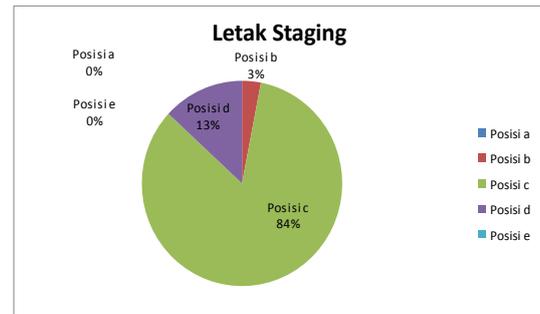
Setelah dilakukan fine tuning (tabel II), suara yang dihasilkan berada tepat di tengah dasbor. Suara setiap instrumen musik juga terdengar terpisah. Efek staging yang dihasilkan adalah terbentuknya panggung di atas dasbor. Panggung yang dihasilkan cukup dalam, dengan lebar panggung cukup luas (pilar ke pilar). Suara terasa berasal dari kaca, bukan dari speaker itu sendiri. Pemisahan instrumen musik membantu terbentuknya efek imaging dari sistem audio secara keseluruhan.

Data dan Analisa Hasil Pengujian dengan Responden



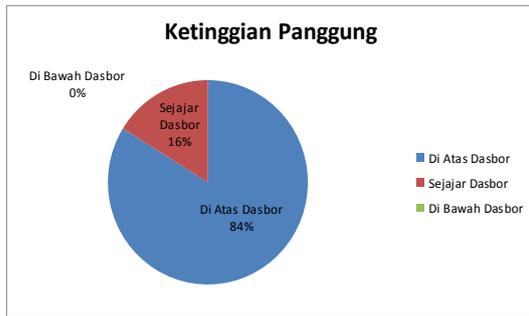
Gambar XV Grafik Kualitas Suara Audio

Untuk masalah kualitas sistem audio secara keseluruhan, gambar 4.44 menunjukkan bahwa kualitas suara dari sistem audio secara keseluruhan baik, dengan rincian 46 % responden mengatakan baik dan 54 % responden mengatakan sangat baik.



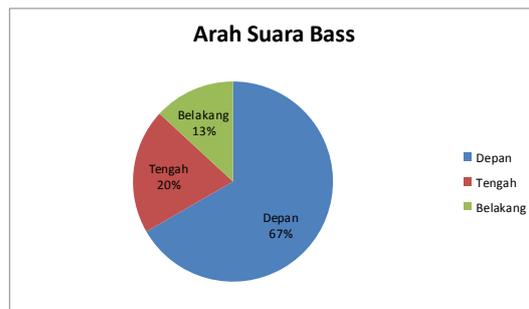
Gambar XVI Grafik Letak dan Kualitas Staging

Gambar XVI menunjukkan bahwa efek staging – imaging berhasil diterapkan pada sistem audio yang baru. Hal ini dibuktikan melalui hasil kuesioner dimana sebanyak 84% responden mengatakan suara berasal dari posisi c (tengah dasbor) dengan sebanyak 80% responden mengatakan bahwa kualitas staging menyatu (suara penyanyi berada pada 1 titik di tengah dasbor).



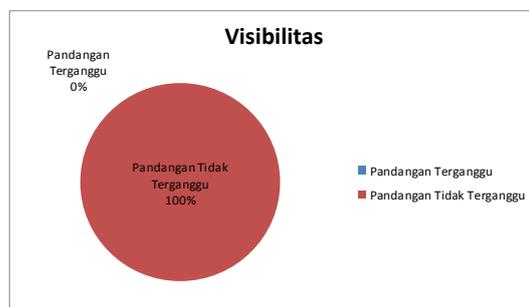
Gambar XVII Grafik Ketinggian Panggung

Gambar XVII menunjukkan bahwa 84 % responden menyatakan bahwa suara yang dihasilkan berada di atas dasbor (setinggi *windshield*). Ada juga sedikit responden (16 %) yang menyatakan bahwa suara yang dihasilkan sejajar dengan dasbor. Namun tidak ada responden yang menyatakan suara berasal dari bawah dasbor.



Gambar XVIII Grafik Arah Suara Bass

Sebanyak 67 % responden (Gambar XVIII) menyatakan bahwa suara bass berasal dari depan. Dengan begitu, efek *staging - imaging* tetap dihasilkan meskipun penempatan *subwoofer* berada pada ruang ban serep.



Gambar XIX Grafik Visibilitas

Gambar XIX menunjukkan semua responden (100 %) menyatakan bahwa pandangan ke depan tidak terganggu dengan pemasangan *fullrange* pada pilar A. Ini memenuhi syarat bahwa sistem audio yang baru harus terlihat seperti *OEM* dan tidak mengganggu fungsi interior mobil sedikit pun.

4. Kesimpulan

Penggunaan sistem audio 2 way dengan *subwoofer* pada Toyota Yaris yang terdiri dari :

Fullrange berukuran 2 inci yang dipasang pada pilar A dengan arah *on - axis*.

Midbass dengan diameter 6.5 inci yang menggantikan posisi *speaker OEM* mobil.

Subwoofer dengan diameter 10 inci dengan magnet tipis (*shallow mount*), dipasangkan pada *box subwoofer* berjenis *sealed* dengan memanfaatkan ruang ban serep yang tidak mengurangi kapasitas bagasi.

Head unit dengan *internal processor* yang dapat mengendalikan sistem audio secara *full* aktif.

Power 4 channel dan 2 *channel* yang diletakkan di bawah kursi pengemudi.

Kabel *power* 8 AWG, kabel *speaker* 16 AWG, kabel *subwoofer* 12 AWG, serta kabel RCA dengan jalur perkabelan yang baik dan benar.

Treatment akustik untuk memperbaiki kondisi akustik ruangan dari mobil.

menghasilkan sistem audio yang minim *blindspot* serta tidak mengganggu fungsi interior dari mobil. Pemasangan *subwoofer* tidak mengganggu kondisi bagasi, karena tidak mengurangi kapasitas bagasi sedikit pun. Ban serep beserta dongkrak dan *tool kit* tetap berada di tempatnya masing - masing. Selain itu, sistem kelistrikan mobil juga masih menggunakan sistem kelistrikan standar.

Output *flat frequency* dicapai pada rentang frekuensi 125 Hz ke atas. Rentang frekuensi di bawah 125 Hz cenderung naik (tidak flat) karena adanya suara mesin mobil. Efek *staging - imaging* juga berhasil diterapkan pada sistem audio yang baru, di mana suara yang dihasilkan sistem audio berasal dari tengah dasbor serta berada di atas dasbor.

5. Daftar Pustaka

1. PT Toyota-Astra Motor. (2009). *Pedoman Pemilik Yaris*. PT Toyota-Astra Motor, hal.129.
2. Buntarto. (2014). *Teknik Audio Video Mobil*. Pustaka Baru Press, hal.44.
3. Universitas Kristen Petra. (2015). *Modul Praktikum Lab. Audio Video UK Petra*. Tidak Diterbitkan, hal.10.
4. Asawendo. (2011). *OTOSTEREO MAGAZINE*, Issue 97. PT PANCA MEDIA PRATAMA [PMP], hal.78-79.

