

OPTIMASI KONFIGURASI BOX UNTUK DUAL SUBWOOFER

Reynaldi Harli¹⁾, Sutrisno²⁾

Program Otomotif Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra ^{1,2)}

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia ^{1,2)}

Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658 ^{1,2)}

E-mail : rey.harli@windowslive.com ¹⁾, tengsutrisno@peter.petra.ac.id ²⁾

ABSTRAK

Umumnya pada audio mobil terdapat tiga kategori yaitu *SQ*, *SQL* dan *SPL*. *SPL* (*Sound Pressure Level*) yaitu aliran yang mengutamakan kekerasan suara di atas segalanya biasanya diukur dengan jumlah tekanan suara dengan satuan desibel (dB). Dengan adanya subwoofer, suara bass akan lebih terdengar sehingga membuat suara musik lebih hidup dan nyata. Subwoofer membutuhkan box untuk dapat bekerja. Setiap konfigurasi box akan mempengaruhi karakteristik suara yang dihasilkan oleh box tersebut. Penelitian ini meneliti karakteristik box yang menggunakan penggunaan dua subwoofer dengan konfigurasi Isobarik dan Push-Pull. Pengujian karakteristik setiap box menggunakan program Fuzzmeasure dengan test tone yang sudah ditetapkan oleh program tersebut. Dari pengujian yang dilakukan, akan didapatkan grafik desibel terhadap frekuensi yang dihasilkan oleh tiap box subwoofer. Dari hasil pengujian, Push-Pull Cone to Cone merupakan konfigurasi yang paling baik dibanding dengan desain yang lain karena menghasilkan rata-rata desibel yang tertinggi dan memiliki karakteristik deep bass. Sedangkan pada konfigurasi Isobarik, Cone to Magnet menghasilkan desibel yang tertinggi.

Kata Kunci: SQ, SQL, SPL, Desibel, Subwoofer, Bass, Box, Fuzzmeasure, Isobarik, Push-Pull

1. Pendahuluan

Zaman sekarang, setiap mobil didukung dengan perangkat audio untuk dinikmati oleh pendengar dan penumpang. Dengan teknologi yang semakin berkembang, sistem audio juga semakin banyak digemari. Hal ini terlihat dari semakin banyaknya lomba atau kontes modifikasi audio mobil. Salah satu perangkat yang cukup berkontribusi pada audio kendaraan adalah subwoofer. Dengan adanya subwoofer, suara bass akan lebih terdengar sehingga membuat suara musik lebih hidup dan nyata. Subwoofer bekerja pada rentang frekuensi rendah yaitu 20 - 200 Hz^[1].

Umumnya pada audio mobil terdapat tiga kategori yaitu *SQ*, *SQL* dan *SPL*. *SQ* (*Sound Quality*) adalah aliran yang mengutamakan kualitas suara di atas segalanya baik dari sisi kejernihan (*clarity*), kedalaman (*depth*), bayangan suara (*imaging*), serta tata panggung (*soundstage*). *SPL* (*Sound Pressure Level*) yaitu aliran yang mengutamakan kekerasan suara di atas segalanya biasanya diukur dengan jumlah tekanan suara dengan satuan desibel (dB). *SQL* (*Sound Quality Loud*) yaitu aliran yang berupaya menggabungkan kedua hal di atas yaitu kualitas suara dengan tingkat kekerasan suara yang besar^[2].

Pada kategori audio *SPL*, yang diujikan adalah seberapa keras atau besar getaran suara yang dihasilkan oleh Subwoofer, dengan ukuran satuan desibel (dB). Subwoofer membutuhkan kabinet / box untuk dapat bekerja. Konfigurasi box yang digunakan mempengaruhi respon frekuensi dan besar desibel yang dihasilkan^[3].

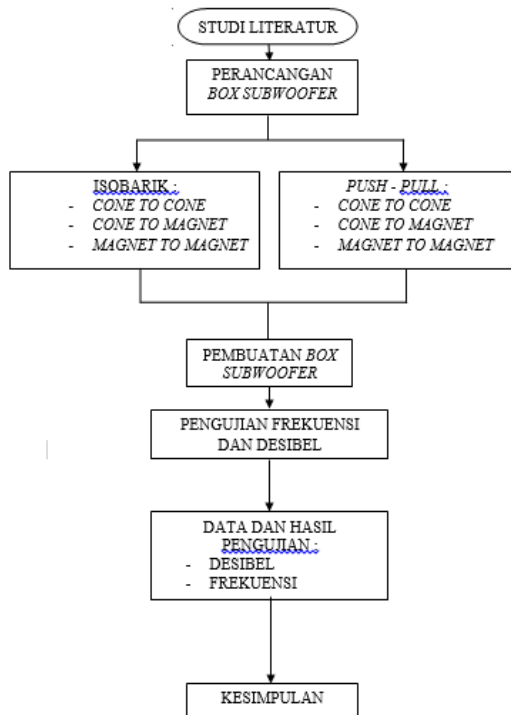
Pada penelitian ini penulis melakukan penelitian

untuk mengetahui pengaruh penggunaan dua buah Subwoofer dengan berbagai macam konfigurasi Push - Pull dan Isobarik dengan mengukur respon frekuensi dan desibel yang dihasilkan.

Dalam penelitian ini, penulis ingin mencari dan menganalisa konfigurasi yang dapat menghasilkan desibel dan respon frekuensi yang terbaik untuk penggunaan dua buah Subwoofer.

2. Metode Penelitian

Langkah pertama adalah mencari referensi dari website yang terpercaya, dan dari berbagai buku mengenai desain dan cara pembuatan box subwoofer, serta buku manual subwoofer sebagai panduan dalam perancangan box subwoofer. Flowchart metode penelitian dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Metode Penelitian

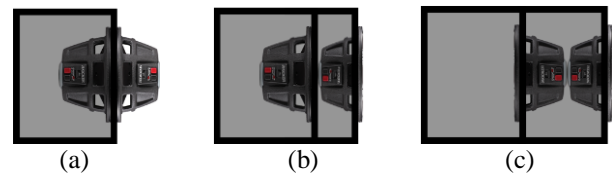
Pada buku *loudspeaker design cookbook*, diketahui bahwa *volume box subwoofer* untuk rancangan isobarik adalah setengah dari *volume box* yang menggunakan 1 buah *subwoofer* dengan konfigurasi *box sealed*, sedangkan konfigurasi *Push-Pull* sebesar 2x *volume box* 1 *subwoofer* dengan konfigurasi *sealed*^[4]. Untuk mengetahui *volume box* dengan tipe *sealed*, pada kertas spesifikasi *subwoofer* yang digunakan tertera seberapa besar *volume box* yang dianjurkan.

Box Isobarik menggunakan sistem *Sealed*, yaitu *box* yang vakum dan tidak terdapat aliran udara di dalamnya. Dari referensi, *box* isobarik memerlukan *volume* yang sangat kecil, hanya setengah dari *volume* yang dibutuhkan oleh 1 *box subwoofer* dengan tipe *sealed*. Dari kertas spesifikasi *subwoofer*, diketahui bahwa *Volume* untuk *box sealed* adalah 28,32 Liter = 28.320 cm³^[5]. Maka, yang dibutuhkan oleh sebuah sistem isobarik yaitu $28.320 \div 2 = 14.160 \text{ cm}^3$. Ukuran dari *subwoofer* sendiri perlu diperhitungkan agar *box* yang dibuat nantinya berukuran ideal. *Subwoofer* yang digunakan adalah sebesar $12\text{-}5/16'' = 31,3 \text{ cm}$, dengan tinggi 16,4 cm.

Dengan ukuran *subwoofer* ini, pembuatan *box* isobarik dengan bentuk kotak tidak memungkinkan. Karena itu, *box* dibuat dengan bentuk tabung agar dapat memenuhi spesifikasi *box subwoofer* isobarik. Ukuran diameter dan panjang tabung dapat ditentukan sendiri dengan pertimbangan ukuran *subwoofer*, namun *volume* harus sesuai dengan spesifikasi yang sudah ditentukan. Agar lebih mudah, ditentukan jari-jari tabung adalah 14,3 cm mengingat diameter luar *subwoofer* 31,3 cm dan *cutout* diameter *subwoofer* sebesar 28,6 cm. Untuk mengetahui ukuran *box* isobarik *cone to cone* yang hanya menggunakan 1 buah tabung, dengan rumus *volume* tabung :

$$\begin{aligned}
 V &= \pi \times r^2 \times t \\
 14.160 \text{ cm}^3 &= 3,14 \times 14,3 \text{ cm}^2 \times t \\
 t &= 22 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Untuk *box* isobarik *cone to magnet* dan *magnet to magnet*, diperlukan *box* tambahan karena tidak memungkinkan penggunaan dengan 1 buah *box* saja. Ukuran *box* tambahan tidak terdapat aturan yang mengikat, yang terpenting pembuatan *box* tidak membuat kedua *subwoofer* menempel. Dalam penelitian ini, ditentukan jarak kedua *subwoofer* untuk semua model isobarik adalah 2 cm, karena itu untuk konfigurasi *cone to magnet*, tinggi bersih tabung adalah 18,4 cm mengingat tinggi *subwoofer* 16,4 cm. Sedangkan untuk konfigurasi *magnet to magnet*, tinggi bersih tabung tambahan yang dibutuhkan adalah 34,8 cm ($[2 \times 16,4 \text{ cm}] + 2 \text{ cm}$).



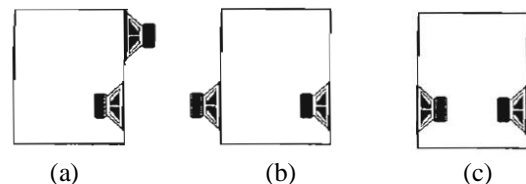
Gambar 2.2 Isobarik *Cone to Cone* (a), *Cone to Magnet* (b), *Magnet to Magnet* (c)

Sedangkan untuk konfigurasi *Push-Pull* adalah *box* yang menggunakan dua buah *subwoofer* dengan tipe *box sealed*, dengan *volume* 2x dari *volume box sealed* yang menggunakan 1 buah *subwoofer*. Karena itu, *volume box Push-Pull* adalah $28.320 \times 2 = 56.640 \text{ cm}^3$. Untuk panjang, lebar, dan tinggi *box* yang akan dibuat, dapat ditentukan sendiri dengan catatan bahwa *volume box* harus sesuai dengan spesifikasi. Karena itu panjang dan lebar *box* ditentukan terlebih dahulu agar ditemukan tinggi dari *box* tersebut. Untuk *box* dengan konfigurasi *Cone to Magnet* dan *Magnet to Magnet* digunakan ukuran sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 V &= p \times l \times t \\
 56.640 \text{ cm}^3 &= 40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} \times t \\
 t &= 35,4 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

sedangkan untuk konfigurasi *Cone to Cone*:

$$\begin{aligned}
 V &= p \times l \times t \\
 56.640 \text{ cm}^3 &= 36 \text{ cm} \times 76 \text{ cm} \times t \\
 t &= 20,7 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

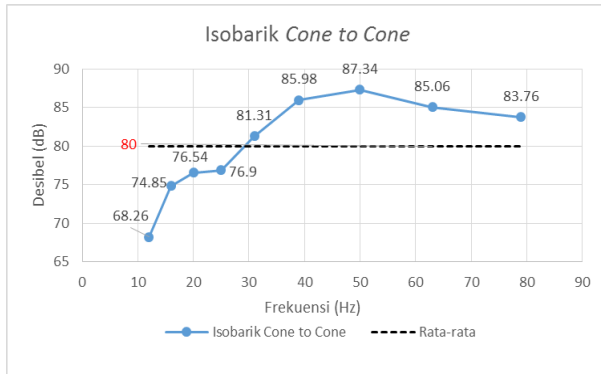


Gambar 2.3 *Push-Pull Cone to Cone* (a), *Cone to Magnet* (b), *Magnet to Magnet* (c)

Data diambil dari pengujian dengan menggunakan *software Fuzzmeasure*. Setiap *box* yang digunakan diletakkan pada bagasi mobil, dan mematikan semua *speaker* kecuali *subwoofer*.

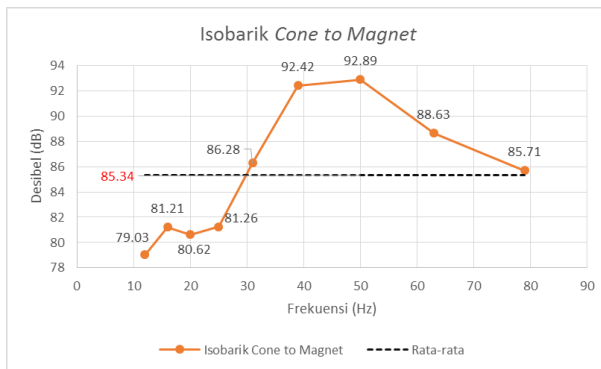
3. Hasil dan Pembahasan

Percobaan setiap *box* dilakukan dengan menggunakan program *Fuzzmeasure* untuk mengukur besar desibel pada frekuensi 12 - 79 Hz.



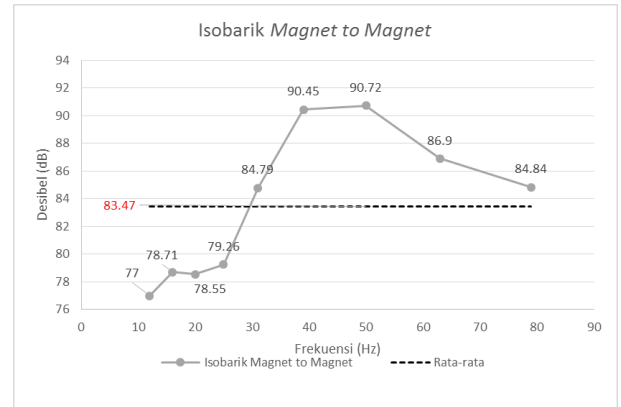
Gambar 3.1. Grafik Desibel terhadap Frekuensi Isobarik Cone to Cone

Grafik pada gambar 3.1 menunjukkan bahwa *box* Isobarik Cone to Cone menghasilkan desibel tertinggi pada frekuensi 50 Hz sebesar 87,34 dB, sedangkan desibel terendah pada frekuensi 12 Hz sebesar 68,26 dB. Rata-rata desibel yang dihasilkan sebesar 80 dB. Sedangkan pada frekuensi 79 Hz, penurunan terhadap *peak* desibel pada frekuensi 50 Hz adalah sebesar 4,1%. Penurunan desibel yang kecil menunjukkan bahwa *box* Isobarik Cone to Cone ini cenderung rata / flat di tiap frekuensi.



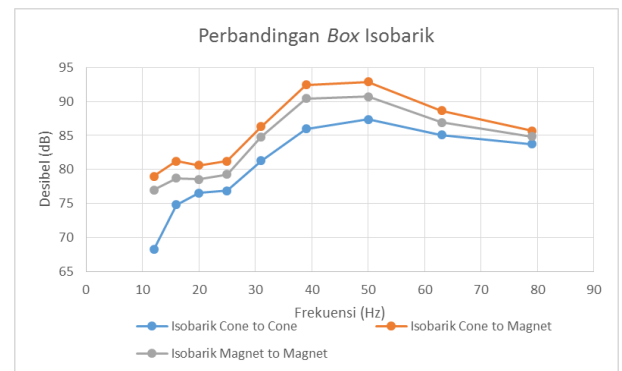
Gambar 3.2. Grafik Desibel terhadap Frekuensi Isobarik Cone to Magnet

Pada gambar 3.2, diketahui bahwa *box* Isobarik Cone to Magnet memiliki desibel tertinggi pada frekuensi 50 Hz sebesar 92,89 dB. Rata-rata desibel yang dihasilkan sebesar 85,34 dB. Persentase penurunan pada frekuensi 79 Hz terhadap *peak* pada frekuensi 50 Hz sebesar 7,73%. *Box* Isobarik Cone to Magnet menghasilkan *peak* dan rata-rata desibel yang cukup tinggi dibanding Isobarik Cone to Cone namun penurunan desibel pada frekuensi 50 Hz ke atas juga lebih besar, sehingga cenderung menonjol pada frekuensi 40-50 Hz dan kurang merata.



Gambar 3.3. Grafik Desibel terhadap Frekuensi Isobarik Magnet to Magnet

Pada grafik di atas (gambar 3.3), diketahui rata-rata desibel yang dihasilkan adalah sebesar 83,47 dB. Sedangkan pada frekuensi 79 Hz, penurunan terhadap *peak* desibel sebesar 6,48%. Desibel tertinggi berada pada frekuensi 50 Hz yaitu 90,72 dB, sedangkan desibel terendah berada pada frekuensi 12 Hz sebesar 77 dB. Karakteristik *Box* Isobarik Magnet to Magnet hampir sama dengan Cone to Magnet, namun *peak* desibel yang dihasilkan lebih rendah dan penurunan desibel juga lebih rendah.



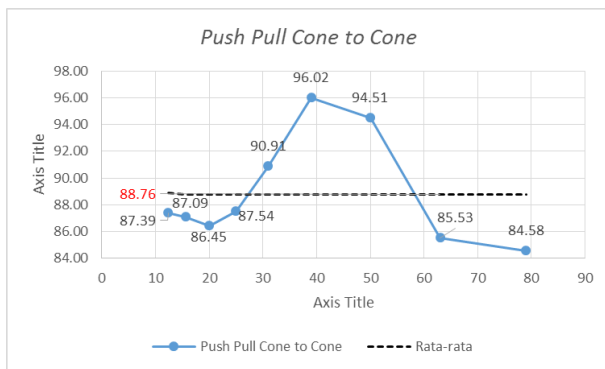
Gambar 3.4. Grafik Perbandingan Box Isobarik

Tabel 3.1 Perbandingan Box Isobarik

Jenis Box Isobarik	Persentase Penurunan Desibel pada Frekuensi 79 Hz terhadap Peak Desibel (%)	Rata-Rata Desibel pada 12-79 Hz
<i>Cone to Cone</i>	4,1	80
<i>Cone to Magnet</i>	7,73	85,34
<i>Magnet to Magnet</i>	6,48	83,47

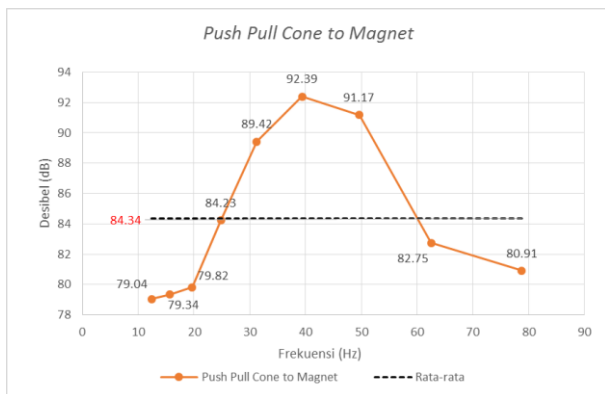
Dari gambar 3.4, dapat disimpulkan bahwa pada konfigurasi Isobarik, *box* Cone to Magnet paling cocok digunakan untuk SPL karena menghasilkan desibel yang tertinggi, namun penurunan pada frekuensi 79 Hz terhadap *peak* besar. Berdasarkan tabel 3.1, *box* Isobarik Cone to Cone memiliki persentase penurunan pada 79 Hz yang paling rendah, yang berarti penurunan dari *peak* hanya sedikit dan desibel yang dihasilkan lebih merata

pada frekuensi 50 – 79 Hz. Pada konfigurasi Isobarik Cone to Cone, kedua *subwoofer* bekerja dengan pola yang berbeda (satu bergerak maju, satu bergerak mundur) yang membuat gerak kedua *subwoofer* saling menutupi, sehingga konfigurasi ini menghasilkan suara yang lebih kaya. Karena itu *box* Isobarik Cone to Cone paling cocok digunakan untuk SQ. Sedangkan *box Magnet to Magnet* menghasilkan desibel yang cukup tinggi dan penurunan pada frekuensi 79 Hz tidak terlalu jauh. *Box Magnet to Magnet* ini cocok digunakan untuk SQL, namun tidak disarankan karena selain memerlukan dimensi yang lebih besar, kedua magnet *subwoofer* berada pada satu ruang dan saling berdekatan, sehingga dapat menyebabkan *overheat* pada *coil*.



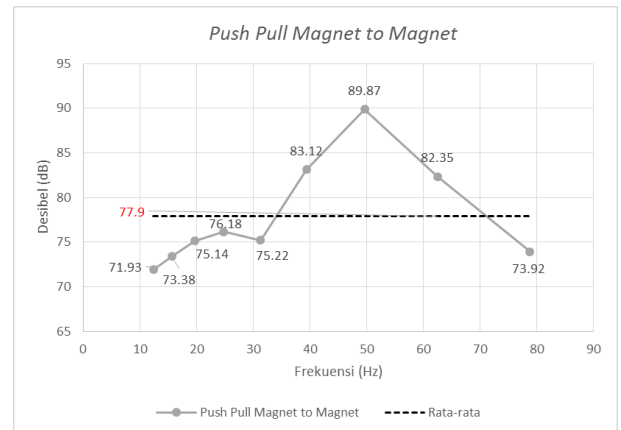
Gambar 3.5 Grafik Desibel terhadap Frekuensi Push-Pull Cone to Cone

Dari gambar 3.5, desibel tertinggi terdapat pada frekuensi 39 Hz sebesar 96,02 dB. Berdasarkan grafik, desibel yang berada di atas rata-rata berada pada frekuensi 31 – 50 Hz. Rata-rata desibel yang dihasilkan sebesar 88,76 dB. Pada frekuensi di bawah 20 Hz, *Box Push-Pull Cone to Cone* menghasilkan desibel yang sedikit menonjol, yang menunjukkan konfigurasi ini menghasilkan *deep bass*. *Deep Bass* adalah *bass* yang berada di bawah frekuensi 20 Hz. *Deep bass* tidak dapat didengarkan oleh telinga manusia, karena telinga manusia hanya dapat mendengar sampai frekuensi 20 Hz. Karena itu *deep bass* hanya dapat dirasakan efek getarannya.



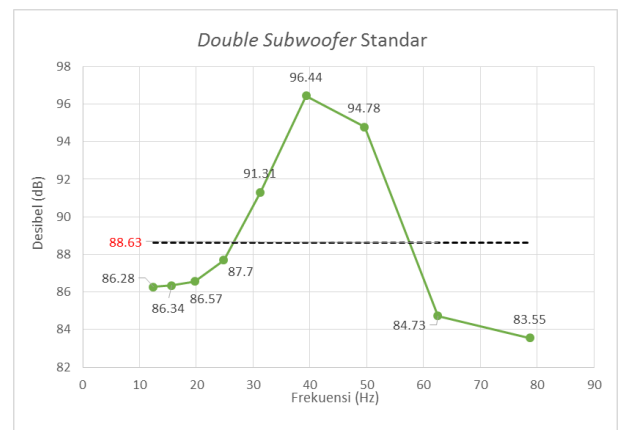
Gambar 3.6 Grafik Desibel terhadap Frekuensi Push-Pull Cone to Magnet

Dari gambar 3.6, diketahui bahwa *box Push-pull Cone to Magnet* memiliki desibel terendah pada frekuensi 12 Hz sebesar 79,04 dB, sedangkan desibel tertinggi berada pada frekuensi 39 Hz yaitu 92,39 dB. *Peak* desibel yang dihasilkan *box Push-Pull Cone to Magnet* lebih rendah jika dibandingkan *Box Push-Pull Cone to Cone*. Rata-rata desibel yang dihasilkan sebesar 84,34 dB. Desibel yang berada di atas rata-rata terdapat pada frekuensi 25 – 50 Hz.



Gambar 3.7 Grafik Desibel terhadap Frekuensi Box Push Pull Magnet to Magnet

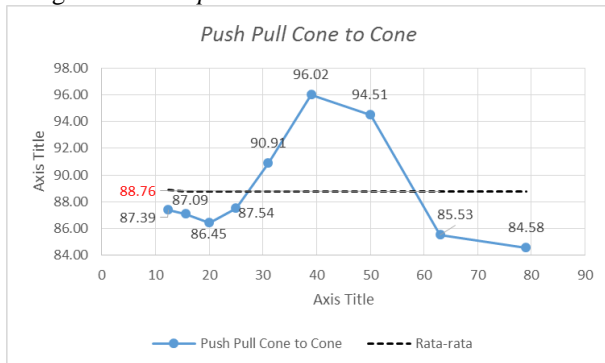
Dari gambar 3.7, diketahui bahwa *box Push-pull Magnet to Magnet* memiliki desibel tertinggi pada frekuensi 50 Hz sebesar 89,97 dB, sedangkan rata-rata desibel yang dihasilkan yaitu 77,9 dB. Pada grafik terlihat rentang desibel yang berada di atas rata-rata terdapat pada frekuensi 39 – 62 Hz. Desibel terendah berada pada frekuensi 12 Hz sebesar 71,93 dB. *Box Push-Pull Magnet to Magnet* tidak menghasilkan desibel yang tinggi dan tidak menghasilkan respons frekuensi yang merata / *flat* karena hanya menonjol pada satu frekuensi saja, sehingga tidak cocok digunakan pada *SPL* maupun *SQ*.



Gambar 3.8 Grafik Desibel terhadap Frekuensi Box Double Subwoofer Standar

Dari gambar 3.8, desibel tertinggi berada pada frekuensi 39 Hz sebesar 96,44 dB, sedangkan desibel terendah pada frekuensi 79 Hz sebesar 83,55 dB. Rata-rata desibel yang dihasilkan dari frekuensi 12-79

Hz adalah 88,63 dB. Desibel yang berada di atas rata-rata terdapat pada frekuensi 31-50 Hz. Respon frekuensi konfigurasi standar hampir sama dengan *Push-Pull Cone to Cone*, namun konfigurasi standar ini tidak menghasilkan *deep bass*.



Gambar 3.9 Grafik perbandingan *Box Push Pull* dan Standar

Tabel 3.2 Perbandingan Konfigurasi *Push-Pull* dan Standar

Jenis Box	Rata-Rata Desibel pada 12-79 Hz
<i>Push-Pull Cone to Cone</i>	88,76
<i>Push-Pull Cone to Magnet</i>	84,34
<i>Push-Pull Magnet to Magnet</i>	77,9
Standar	88,63

Dari perbandingan pada gambar 3.9, dapat disimpulkan bahwa *box Push-Pull Cone to Cone* merupakan konfigurasi yang memiliki desibel tertinggi dibandingkan dengan konfigurasi *Push-Pull* yang lain. Hal ini dikarenakan pada konfigurasi *Push-pull Cone to Cone* kedua *subwoofer* bekerja pada satu bidang sehingga luasan/area kerja *subwoofer* lebih besar dibanding konfigurasi *Magnet to Magnet* maupun *Cone to Magnet* yang hanya terdapat satu buah *subwoofer* pada satu sisi, sedangkan *subwoofer* lainnya berada pada sisi belakang (gambar 2.14). Konfigurasi standar memiliki desibel yang lebih tinggi daripada konfigurasi *Push-Pull Cone to Cone* tetapi tidak signifikan. Pada konfigurasi *Push-Pull Cone to Cone* desibel yang dihasilkan pada frekuensi 60 – 79 Hz tidak menurun jauh jika dibandingkan dengan konfigurasi standar. Selain itu *box Push-pull* dapat menghasilkan *deep bass*. Dari Tabel 3.2, diketahui bahwa *box Push-Pull Cone to Cone* menghasilkan rata-rata desibel yang tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa selain memiliki desibel yang tinggi, konfigurasi ini juga memiliki respon frekuensi yang baik pada *range* frekuensi 12-79 Hz.

Konfigurasi *Push-Pull Cone to Magnet* dan *Magnet to Magnet* menghasilkan desibel yang jauh lebih rendah dibandingkan konfigurasi standar dan tidak menghasilkan respon frekuensi yang *flat* / rata, sehingga tidak direkomendasikan untuk *SPL* maupun *SQ*.

4. Kesimpulan

Beberapa konfigurasi dengan dua *subwoofer* memiliki karakteristik yang berbeda pada respon frekuensi dan desibel yang dihasilkan. Dari penelitian yang sudah dilakukan dihasilkan kesimpulan antara lain :

1. *Box Isobarik* memiliki desibel tertinggi pada frekuensi 50 Hz dan cenderung rata / *flat* pada frekuensi di atas 50 Hz. Pada konfigurasi *Isobarik, box Isobarik Cone to Magnet* paling cocok digunakan untuk *SPL* karena menghasilkan desibel yang tertinggi. Sedangkan *box Magnet to Magnet* menghasilkan desibel yang cukup tinggi dan penurunan tidak terlalu jauh, yang menunjukkan bahwa frekuensi cenderung *flat* / rata. Karena itu *box Magnet to Magnet* ini cocok digunakan untuk *SQL*. *Box Isobarik Cone to Cone* memiliki persentase penurunan desibel yang paling rendah, yang berarti penurunan dari *peak* hanya sedikit dan desibel yang dihasilkan lebih merata sehingga *box Isobarik Cone to Cone* paling cocok digunakan untuk *SQ*, namun tidak menghasilkan *deep Bass*.
2. Konfigurasi *Push-Pull Cone to Magnet* dan *Magnet to Magnet* menghasilkan desibel yang jauh lebih rendah dibandingkan konfigurasi standar dan tidak menghasilkan respon frekuensi yang *flat* / rata, sehingga tidak direkomendasikan. *Box Push-Pull Cone to Cone* merupakan konfigurasi yang paling baik dibanding dengan desain yang lain karena menghasilkan desibel yang tertinggi dan memiliki karakteristik *deep bass*. Selain itu *box Push-Pull Cone to Cone* memiliki rata-rata desibel yang tertinggi pada *range* frekuensi 12-79 Hz sehingga dapat disimpulkan bahwa selain memiliki desibel yang tertinggi, konfigurasi ini juga memiliki respon frekuensi yang baik pada *range* frekuensi 12-79 Hz.

5. Daftar Pustaka

1. <https://www.techwalla.com/articles/recommended-subwoofer-hz-frequency-range>
2. <http://international.mtx.com/car-subwoofers-sp1-or-sq>
3. Ambrosius E., Carmichael.(2015). Modul Praktikum Audio Video. Surabaya : Universitas Kristen Petra.
4. Dickason, Vance. (2006). *Loudspeaker Design Cookbook*, (7th ed.). Peterborough : Audio Amateur Press.
5. Manual Book JBL GT15-12D