



INFOMATEK

Volume 22 Nomor 2 Desember 2020

ANALISIS PENGARUH PEMASANGAN *MUFFLER* PADA MESIN PESAWAT TANPA AWAK LSU 02 TERHADAP TINGKAT KEBISINGAN

Evi Sofia^{*)}, Ilham Achmal HakikiTeknik Penerbangan
Fakultas Teknik– Universitas Nurtanio

Abstrak: LSU-02 merupakan pesawat tanpa awak yang dikembangkan oleh Pustekbang LAPAN dan mulanya akan menggunakan mesin 3W28i. Namun karena mesin 3W-28i memiliki *muffler* yang panjang, maka dalam penelitian ini akan dilakukan modifikasi dengan memvariasikan panjang dan diameter *muffler*. Selanjutnya dilakukan simulasi untuk mengetahui pengurangan tingkat kebisingan yang dihasilkan. Proses simulasi menggunakan metode *computational fluid dynamic* (CFD) dengan menggunakan perangkat lunak ANSYS Harmonic Acoustic. Dari hasil simulasi diperoleh kesimpulan jika semakin besar diameter *muffler* (80 mm) memberi kontribusi yang lebih baik dalam mengurangi tingkat kebisingan sebesar 21,587 dB. Kemudian pengaruh panjang *muffler* terhadap pengurangan kebisingan tidak terlalu besar, karena selisih pengurangan kebisingan hanya sebesar 0,658 dB. Sehingga disarankan untuk menggunakan *muffler* model 5 dengan diameter 80 mm dan panjang 130 mm untuk dipasangkan pada mesin 3W-28i karena memiliki ukuran yang lebih kecil namun mampu mengurangi kebisingan hingga 20,929 dB.

Kata kunci: CFD, Kebisingan, *Muffler*, Pesawat Tanpa Awak

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pesawat tanpa awak merupakan sebuah pesawat terbang ringan yang dapat dikendalikan dari darat menggunakan *remote control* serta mampu terbang secara *autonomous* sesuai dengan *way point* yang diinginkan (Bintoro [1]). Salah satu pesawat tanpa awak tersebut adalah LSU-02 yang dikembangkan oleh Pustekbang LAPAN

dengan konfigurasi *high wing*, *twin tail boom*, dan *pusher engine*. Mulanya, pesawat LSU-02 akan menggunakan mesin 3W-28i, namun mesin tersebut memiliki dimensi *muffler* yang terlalu panjang. Sehingga dikhawatirkan akan menimbulkan gaya hambat ketika dipasang pada pesawat LSU-02. Namun jika tidak dipasang *muffler* akan menimbulkan kebisingan yang cukup besar. Kebisingan merupakan suatu suara atau bunyi yang tidak diinginkan dari suatu kegiatan dalam tingkat dan rentang waktu tertentu sehingga dapat mengganggu secara fisik (indera pendengaran manusia) dan psikis (mengganggu konsentrasi

^{*)} e.sofia284@gmail.com

Pertama diterima: 29 Oktober 2020

Direvisi: 11 November 2020

Disetujui untuk publikasi: 12 November 2020

dan kelancaran komunikasi) serta dapat menjadi polutan bagi lingkungan (KLHK [2]). Beberapa kajian dilakukan untuk mengetahui pengaruh. Pengaruh panjang pada reduksi suara Muffler Jenis Ekspansi diinvestigasi oleh Sunil Khokhar dkk dengan metode eksperimen dan simulasi aliran pada tahun 2016 (Patel [3]).

Pada tahun 2017 Harahap dkk melakukan kajian untuk mereduksi kebisingan yang dilakukan pada pesawat tanpa awak NVC USU (Harahap [4]). Kajian dengan menggunakan CFD untuk memprediksi kebisingan knalpot pernah dilakukan oleh Liu dkk [5]. Kajian-kajian lain yang dilakukan untuk mengetahui tingkat kebisingan terhadap pesawat terbang dan nilai transmision loss dilakukan oleh beberapa peneliti (Wu [6], Kore [7], Ji [8]).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi pada model *muffler* mesin 3W-28i dengan melakukan perbandingan diameter dan panjang *muffler* yang disesuaikan terhadap lebar *fuselage* pesawat LSU-02.

II. METODOLOGI

Proses simulasi menggunakan metode computational fluid dynamic (CFD) dengan perangkat lunak yang digunakan adalah ANSYS Harmonic Acoustic. Hasil dari simulasi

nantinya akan dilihat pengaruh diameter muffler terhadap kemampuan dalam meredam kebisingan, pengaruh panjang muffler dalam meredam kebisingan, serta panjang dan diameter muffler yang disarankan untuk mesin 3W-28i.

2.1. Spesifikasi Pesawat LSU-02

Pesawat LSU-02 merupakan salah satu pesawat tanpa awak yang telah dikembangkan oleh Pusat Teknologi Penerbangan LAPAN. Pesawat ini termasuk dalam kategori pesawat ringan yang memiliki misi sebagai *surveillance tactical*. Dalam pengembangan desain dan konfigurasinya, pesawat LSU-02 terinspirasi dari Skyhunter UAS Family. Konfigurasi pada pesawat LSU-02 ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1
Pesawat LSU-02

Mesin pesawat LSU-02 menggunakan mesin 3W-28i merupakan piston dua langkah satu silinder yang dikembangkan oleh perusahaan asal Jerman yaitu 3W

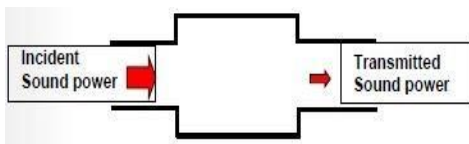
International . Model dari mesin 3W-28i dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2
Mesin 3W-28i

2.2. Transmission Loss

Salah satu parameter performa akustik dalam melakukan eksperimen atau simulasi pada suatu *muffler* adalah *transmission loss*. *Transmission loss* merupakan sifat dari *muffler* yang didefinisikan sebagai rasio logaritmis pada *muffler* berdasarkan perbedaan antara *sound power* yang masuk ke *muffler* dengan *sound power* yang keluar dari *muffler*, proses dari *transmission loss* diilustrasikan seperti pada Gambar 3 .



Gambar 3
Transmission loss

Transmission loss umumnya digunakan sebagai parameter dari kemampuan suatu bahan dalam meredam bunyi. Nilai dari *transmission loss* dapat dihitung

menggunakan Persamaan 1 jika nilai dari *sound power* yang masuk dan keluar dari *muffler* telah diketahui . Namun jika kedua nilai tersebut tidak diketahui, maka nilai *transmission loss* dihitung menggunakan Persamaan 2 (Milad [9], Middleberg [10]).

$$TL = 10 \log_{10} \frac{W_{in}}{W_{tr}} \quad (1)$$

$$TL = 10 \log 10 \left\{ 1 + \frac{1}{4} \left(m - \frac{1}{2} \right)^2 \sin^2 k l_c \right\} \quad (2)$$

2.3. Proses Simulasi

Penelitian dilakukan dengan metode simulasi, sedangkan perangkat lunak yang digunakan untuk menjalankan simulasi adalah ANSYS Harmonic Acoustics. Urutan dari proses simulasi dimulai dari *engineering data*, *geometry*, *model*, *setup*, *solution*, dan *result* .

Engineering Data

Pada *engineering data* dimasukkan properti fluida yang akan digunakan dalam simulasi. Pendefinisian properti fluida yang dimasukkan berdasarkan data yang diperoleh dari referensi dan ditampilkan pada Gambar 4.

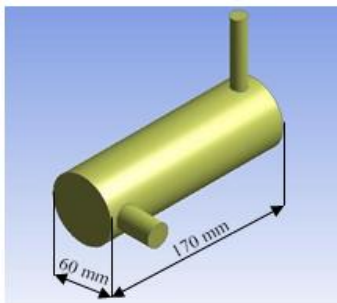
Properties of Outline Row 3: Air			
	A	B	C
1	Property	Value	Un
2	Material Field Variables	Table	
3	Density	1.2041	kg m ⁻³
4	Speed of Sound	343.24	m s ⁻¹

Gambar 4
Input Pada Engineering Data

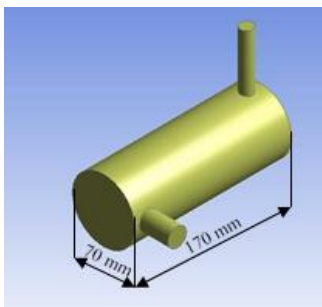
Geometry

Geometri dari *muffler* yang akan dianalisis dimodelkan secara tiga dimensi menggunakan

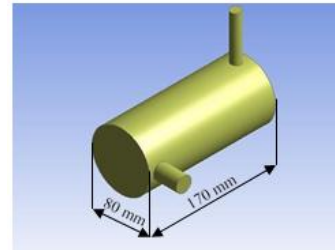
program ANSYS Design Modeler. Geometri *muffler* dibuat dengan menggunakan konsep dari *reactive muffler* dan hanya berupa *single expansion chamber*. Konsep *reactive muffler* dipilih agar dalam proses simulasi dapat lebih mudah. Diameter dan panjang dari geometri *muffler* disesuaikan dengan lebar *fuselage* pada pesawat LSU-02 agar dimensi *muffler* tidak terlalu besar, sehingga tidak mempengaruhi gaya hambat secara signifikan. Model geometri *muffler* ditampilkan pada Gambar 5 sampai Gambar 9.



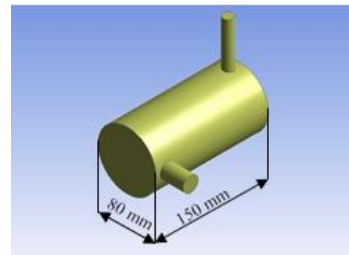
Gambar 5
Muffler Model 1



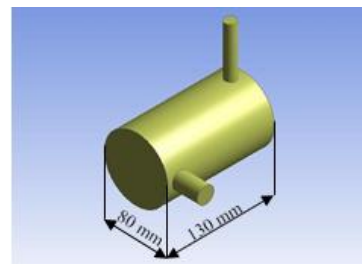
Gambar 6
Muffler Model 2



Gambar 7
Muffler Model 3



Gambar 8
Muffler Model 4

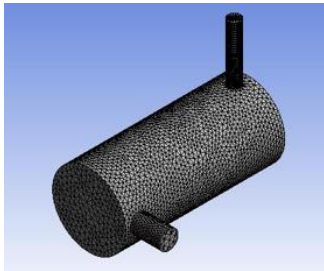


Gambar 9
Muffler Model 5

Model

Pada tahap *model*, dilakukan *meshing* menggunakan ANSYS Mesh pada geometri yang telah dibuat sebelumnya. *Meshing* bertujuan untuk membagi pemodelan menjadi elemen-elemen kecil agar memudahkan perangkat lunak ANSYS

Harmonic Acoustics dalam melakukan iterasi. Hasil dari *meshing* ditampilkan pada Gambar 10 dengan jumlah nodal dan elemen ditampilkan pada Tabel 1.



Gambar 10
Hasil *Meshing*

Tabel 1.

Jumlah Nodal dan Elemen Pada Setiap *Meshing*

<i>Analysis Settings</i>	0 Hz - 500 Hz
<i>Acoustics Region</i>	<i>All Bodies</i>
<i>Mass Source</i>	0,005826 kg/m ³ s
<i>Radiation Boundary</i>	<i>Inlet dan Outlet</i>
<i>Port 1</i>	<i>Inlet</i>
<i>Port 2</i>	<i>Outlet</i>

Solution

Solution merupakan tahap dilakukannya iterasi numerik yang merupakan proses dimana dilakukan perhitungan secara numerik pada setiap elemen pembagi. Perangkat lunak yang digunakan dalam iterasi numerik adalah ANSYS Harmonic Acoustics dengan *solver* ANSYS Mechanical APDL. Perhitungan numerik berdasarkan data properti fluida yang telah dimasukkan pada *engineering data*, serta sesuai dengan kondisi batas yang telah ditentukan.

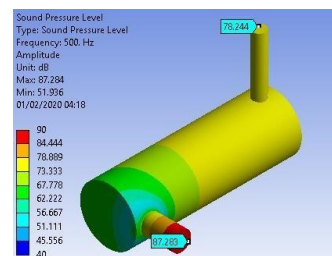
Result

Pada tahap *result*, dapat dipilih *output* dari hasil simulasi yang ingin ditampilkan seperti *sound pressure level*, *transmission loss*, atau *output* lain sesuai dengan objek yang sedang disimulasikan.

III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Hasil Simulasi *Sound Pressure Level (SPL)*

Pada Gambar 11 ditampilkan kontur warna SPL pada *muffler* model 1 dengan panjang 170 mm dan diameter 60 mm. Dari gambar tersebut menunjukkan jika *sound pressure* paling tinggi berwarna merah yang berada pada *inlet muffler* dengan nilai 87,284 dB. Kemudian *sound pressure* paling rendah berwarna biru pada bagian *expansion chamber* disekitar *inlet muffler* dengan nilai 51,936 dB dan *sound pressure* pada *outlet muffler* sebesar 78,244 dB.

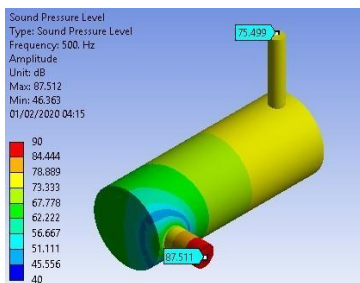


Gambar 11

Kontur Warna SPL Pada *Muffler* Model 1

Pada Gambar 12 ditampilkan kontur warna SPL pada *muffler* model 2 dengan panjang 170 mm dan diameter 70 mm. Dari gambar

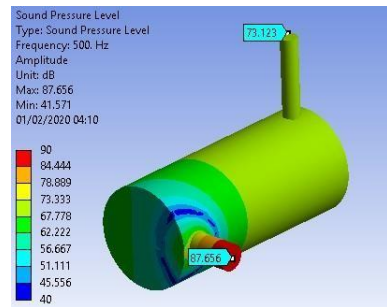
tersebut menunjukkan jika *sound pressure* paling tinggi berwarna merah yang berada pada *inlet muffler* dengan nilai 87,511 dB. Kemudian *sound pressure* paling rendah berwarna biru pada bagian *expansion chamber* disekitar *inlet muffler* dengan nilai 46,363 dB dan *sound pressure* pada *outlet muffler* sebesar 75,499 dB.



Gambar 12

Kontur Warna SPL Pada *Muffler Model 2*

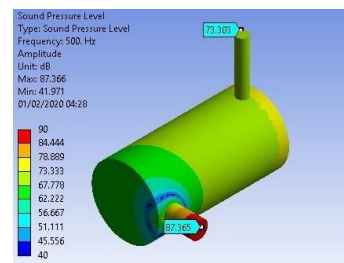
Pada Gambar 13 ditampilkan kontur warna SPL pada *muffler model 3* dengan panjang 170 mm dan diameter 80 mm. Dari gambar tersebut menunjukkan jika *sound pressure* paling tinggi berwarna merah yang berada pada *inlet muffler* dengan nilai 87,656 dB. Kemudian *sound pressure* paling rendah berwarna biru pada bagian *expansion chamber* disekitar *inlet muffler* dengan nilai 41,571 dB dan *sound pressure* pada *outlet muffler* sebesar 73,123 dB.



Gambar 13

Kontur Warna SPL Pada *Muffler Model 3*

Pada Gambar 14 ditampilkan kontur warna SPL pada *muffler model 4* dengan panjang 150 mm dan diameter 80 mm. Dari gambar tersebut menunjukkan jika *sound pressure* paling tinggi berwarna merah yang berada pada *inlet muffler* dengan nilai 87,365 dB. Kemudian *sound pressure* paling rendah berwarna biru dengan nilai 41,971 dB dan *sound pressure* pada *outlet muffler* sebesar 73,303 dB.

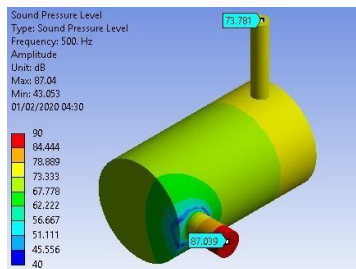


Gambar 14

Kontur Warna SPL Pada *Muffler Model 4*

Pada Gambar 15 ditampilkan kontur warna SPL pada *muffler model 5* dengan panjang 130 mm dan diameter 70 mm. Dari gambar tersebut menunjukkan jika *sound pressure*

paling tinggi berwarna merah yang berada pada *inlet muffler* dengan nilai 87,04 dB. Kemudian *sound pressure* paling rendah berwarna biru pada bagian *expansion chamber* disekitar *inlet muffler* dengan nilai 43,053 dB dan *sound pressure* pada *outlet muffler* sebesar 73,781 dB.



Gambar 15

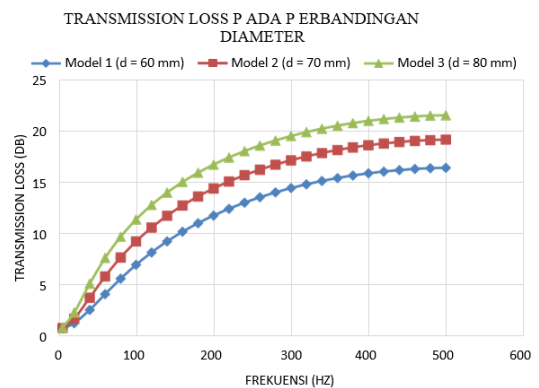
Kontur Warna SPL Pada *Muffler* Model 5

Transmission Loss Pada Perbandingan Diameter

Untuk mengetahui pengaruh diameter terhadap *transmission loss* yang dihasilkan, maka dilakukan perbandingan *transmission loss* pada *muffler* model 1, *muffler* model 2, dan *muffler* model 3.

Pada Gambar 16 ditampilkan grafik *transmission loss* pada perbandingan diameter *muffler*. Dari gambar tersebut, perbandingan grafik *transmission loss* juga diperlihatkan jika pada *muffler* model 1 (diameter 60 mm) dengan grafik berwarna biru dan simbol belah ketupat, memiliki kemampuan mengurangi

kebisingan sebesar 16,466 dB. Kemudian pada *muffler* model 2 dengan grafik berwarna merah dan simbol persegi mampu mengurangi kebisingan sebesar 19,211 dB. Terakhir pada *muffler* model 3 dengan grafik berwarna hijau dan simbol segitiga mampu mengurangi kebisingan sebesar 21,587 dB.



Gambar 16

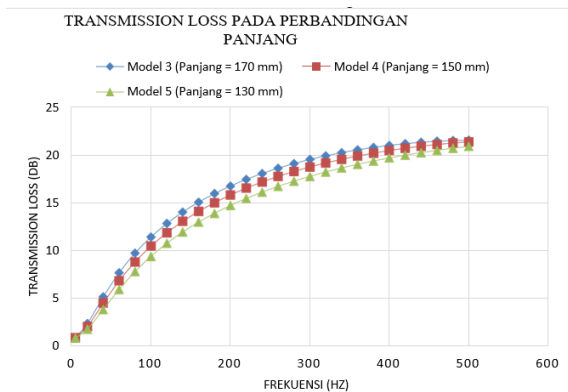
Grafik *Transmission Loss* Pada Perbandingan Diameter

Dari nilai dan grafik pada Gambar 16 dapat dilihat jika pada *muffler* model 3 dengan diameter *muffler* 80 mm mampu mengurangi kebisingan lebih optimal jika dibandingkan dengan *muffler* dengan diameter yang lebih kecil, yaitu *muffler* model 1 (diameter 60 mm) dan *muffler* model 2 (diameter 70 mm). Sehingga dapat dilihat jika semakin besar diameter *muffler*, maka kemampuan *muffler* dalam mengurangi kebisingan semakin besar pula.

Transmission Loss Pada Perbandingan Panjang

Untuk mengetahui pengaruh panjang *muffler* terhadap *transmission loss* yang dihasilkan, maka dilakukan perbandingan *transmission loss* pada *muffler* model 3, *muffler* model 4, dan *muffler* model 5.

Pada Gambar 17 ditampilkan grafik *transmission loss* pada perbandingan panjang *muffler*.



Gambar 17
Grafik *Transmission Loss* Pada Perbandingan Panjang

Dari gambar tersebut, perbandingan grafik *transmission loss* juga diperlihatkan jika pada *muffler* model 3 (panjang 170 mm) dengan grafik berwarna biru dan simbol segitiga, memiliki kemampuan mengurangi kebisingan sebesar 21,587 dB. Kemudian pada *muffler* model 4 dengan grafik berwarna merah dan simbol lingkaran mampu mengurangi

kebisingan sebesar 21,409 dB. Terakhir pada *muffler* model 5 dengan grafik berwarna hijau dan simbol persegi mampu mengurangi kebisingan sebesar 20,929 dB. Dari nilai dan grafik pada Gambar 17, dapat dilihat jika pada *muffler* model 3 dengan panjang *muffler* 170 mm mampu mengurangi kebisingan lebih optimal jika dibandingkan dengan *muffler* dengan ukuran yang lebih pendek, yaitu *muffler* model 4 (panjang 150 mm) dan *muffler* model 5 (panjang 130 mm). Sehingga dapat dilihat jika semakin panjang ukuran *muffler*, maka kemampuan *muffler* dalam mengurangi kebisingan semakin baik. Namun pengaruh terhadap pengurangan kebisingan tidak terlalu besar.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil dan pembahasan dari kontur warna SPL dan grafik *transmission loss*, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- 1 Pada *muffler* model 3 dengan diameter 80 mm memberikan kontribusi yang lebih baik dalam mengurangi tingkat kebisingan sebesar 21,587 dB. Sedangkan pada *muffler* dengan diameter 60 mm hanya mampu mengurangi tingkat kebisingan sebesar 16,466 dB. Sehingga jika semakin besar diameter *muffler*, maka kemampuan

muffler dalam mengurangi kebisingan semakin besar pula.

- 2 Semakin panjang ukuran *muffler*, maka kemampuan *muffler* dalam mengurangi kebisingan semakin baik. Namun pengaruh terhadap pengurangan kebisingan tidak terlalu besar, karena selisih pengurangan kebisingan antara panjang *muffler* 170 mm (21,587 dB) dengan panjang *muffler* 130 mm (20,929 dB) hanya sebesar 0,658 dB.
- 3 Dari lima usulan geometri yang telah disimulasikan, maka disarankan untuk menggunakan *muffler* model 5 dengan diameter 80 mm dan panjang 130 mm untuk dipasangkan pada mesin 3W-28i karena memiliki ukuran *muffler* yang tidak terlalu panjang dan mampu mengurangi tingkat bisingan sebesar 20,929 dB.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bintoro, A. and S. Gunawan, Penelitian dan Kajian Teknologi Pesawat Terbang. Jakarta: Indonesia Book Project (IBP), 2013.
- [2] Hidup, K.N.L., Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 Tentang: Baku Tingkat Kebisingan. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, 1996(48).
- [3] Patel, S.K.P.B., Effect of Length on Sound Reduction of the Expansion Type Muffler by Experiment and Flow Simulation.
- [4] Harahap, R.O., Studi Eksperimental Reduksi Kebisingan Menggunakan Reactive Muffler pada Pesawat Tanpa Awak NVC USU. 2017.
- [5] Liu, L.-y., Z.-y. Hao, and C. Liu, CFD analysis of a transfer matrix of exhaust muffler with mean flow and prediction of exhaust noise. Journal of Zhejiang University SCIENCE A, 2012. 13(9): p. 709-716.
- [6] Wu, T. and G. Wan, Muffler performance studies using a direct mixed-body boundary element method and a three-point method for evaluating transmission loss. 1996.
- [7] Kore, S., A. Aman, and E. Direbsa, Performance evaluation of a reactive muffler using CFD. Zede Journal, 2011. 28: p. 83-89.
- [8] Ji, Z., Acoustic attenuation performance analysis of multi-chamber reactive silencers. Journal of sound and vibration, 2005. 283(1-2): p. 459-466.
- [9] Milad, E.M. and M. Jolgaf, Acoustic Analysis of a Perforated-pipe Muffler Using ANSYS.

- [10] Middelberg, J., et al. Computational fluid dynamics analysis of the acoustic performance of various simple expansion chamber mufflers. in Proceedings of Acoustics. 2004.