



Jurnal Artikel

**Analisis Noise yang Dihasilkan oleh Pesawat Udara Kecil Nirawak dengan Massa yang Dikurangi tanpa Pergantian Rotor dan Propeller**

Aditiya Harjon<sup>1\*</sup>, Muhammad Agni Catur Bhakti<sup>2</sup>, Wandy Wandy<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin, Universitas Sampoerna

<sup>2-3</sup>Ilmu Komputer, Universitas Sampoerna

<sup>1</sup>[aditiya.harjon@sampoernauniversity.ac.id](mailto:aditiya.harjon@sampoernauniversity.ac.id), <sup>2</sup>[muhammad.bhakti@sampoernauniversity.ac.id](mailto:muhammad.bhakti@sampoernauniversity.ac.id),

<sup>3</sup>[wandy.wandy@sampoernauniversity.ac.id](mailto:wandy.wandy@sampoernauniversity.ac.id)

\*Corresponding author – Email: [aditiya.harjon@sampoernauniversity.ac.id](mailto:aditiya.harjon@sampoernauniversity.ac.id)

Artikel Info - : Received : ; Revised : ; Accepted:

**Abstrak**

Sebuah Pesawat Udara Kecil Nirawak (PUKN) lebih khusus pada PUKN jenis Quadcopter yang memiliki 4 baling-baling menghasilkan suara dengan tingkat kebisingan tertentu saat diterbangkan. PUKN yang digunakan saat penelitian memiliki berat 86 gram dengan aksesoris berupa pelindung baling-baling dan penutup atas yang melindungi badan PUKN. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisa, apakah massa PUKN yang dikurangi memiliki perubahan pada noise yang dihasilkan dalam satuan dBA tanpa pergantian jenis rotor dan propeller. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan analisa deskriptif, dan menggunakan data primer. Didapati PUKN dengan massa antara 78-86 gram pada 3 skenario menghasilkan rata-rata noise di 75,68-76,29 dBA. Penurunan massa PUKN sebesar 8 gram menghasilkan peningkatan noise sebesar 0,61 dBA. Penurunan beban yang tidak signifikan menghasilkan peningkatan noise yang tidak signifikan pula.

**Kata kunci:** bobot, dBA, drone, soundmeter

**Abstract**

A Small-Unmanned Aerial Vehicle (SUAV), more specifically a quadcopter with four propellers, is producing noise sound when flown. SUAV used during the study weighed 86 grams with accessories such as propeller guards and a top cover covering the body of the SUAV. This research aims to analyze whether the reduced mass of SUAV would impact the resulting noise level in dBA without changing rotor and propeller type. This research used quantitative methods with descriptive analysis using primary data. It has been found that SUAV with a mass between 78-86 grams in 3 scenarios resulted in an average noise of 75.68-76.29 dBA. Decrement in SUAV mass by 8 grams resulted in an increment in the noise of 0.61 dBA. A slight (insignificant) decrease in mass resulted in an insignificant increase in noise.

**Keywords:** weight, dba, drone, soundmeter

## 1. LATAR BELAKANG

Pesawat Udara Nirawak (PUN) memiliki ragam fungsi dan katagori. Pada penelitian yang dilakukan oleh Noor (2020), tertera bahwa fungsi PUN terus berkembang dari

fungsi pengawasan militer hingga memberi banyak manfaat di perkembangan sinematografi. Serupa dengan fungsi sinematografi ini, fungsi PUN pada fotografi juga memberikan peran dalam pemetaan jalur pada Bandar Udara baru di Yogyakarta

dengan adanya foto-foto udara (Suroso, 2018).

Berikutnya, tertera juga pada penelitian yang dilakukan Hakim et al. (2021), bahwa Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh dengan menggunakan PUN akan memperoleh data spasial digital yang lebih cepat, lebih akurat, dengan memiliki resolusi lebih tinggi, dan memiliki hasil lebih bersih dari tutupan awan. Hal-hal ini juga memberikan gambaran manfaat yang didapatkan dalam penggunaan perangkat PUN dalam mendukung aktivitas bekerja.

Perkembangan PUN dan hal yang terkait dengan teknologi ini di Indonesia tidak terbatas pada perkembangan perangkat keras, pada piranti lunak juga demikian. Pengembangan Sistem Informasi untuk PUN juga dilakukan oleh Sugiarto et al. (2020) terkait dengan regulasi, zona-zona penerbangan, jenis-jenis PUN dan tips pada Sistem Operasi Android.

Beragam merk dan tipe PUN yang tersedia di pasar luring maupun daring nasional. Tidak hanya dijual, perancangan PUN *Quadcopter* dengan GPS juga dilakukan di Indonesia untuk penyemprotan pupuk cair untuk tanaman oleh Widiyanti dan Este (2020). Hal ini melengkapi ragam jenis manfaat yang dapat diberikan PUN kepada masyarakat.

Fungsi PUN yang demikian bermanfaat terkatagorikan atas beberapa hal. PUN yang memiliki massa di bawah 55 lbs termasuk sebagai Pesawat Udara Kecil Nirawak (PUKN), seperti yang tertera pada Lampiran nomor 3, Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 37 tahun 2020 tentang Pengoperasian Pesawat Udara Tanpa Awak di Ruang Udara yang Dilayani Indonesia.

PUKN umumnya menghasilkan *noise* tertentu saat diterbangkan, demikian juga pada PUKN berjenis *Quadcopter* yang

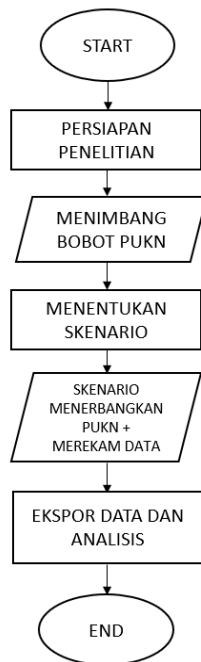
memiliki 4 baling-baling. Suara ini dihasilkan PUKN saat lepas landas dan mengudara. Suara ini dihasilkan dari perputaran motor yang kemudian menggerakkan baling-baling, dan baling-baling ini berkontribusi dominan pada sumber suara (Brungart et al., 2019). Pada tulisan penelitian yang dilakukan Schäffer et al. (2021), tertera nilai pengukuran dari beberapa studi pada tulisan tersebut menggunakan satuan pembobotan frekuensi dBA dan dBZ.

Tujuan dari penelitian ini adalah guna mengetahui dan menganalisa, apakah ragam massa PUKN yang dikurangi memiliki perubahan signifikan pada *noise* yang dihasilkan dalam satuan dBA tanpa pergantian tipe rotor dan baling-baling.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode kuantitatif, menggunakan data primer yang dihimpun internal mandiri, yang kemudian dianalisa secara deskriptif.

Pelaksanaan penelitian mengikuti diagram alur yang tertera pada Gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Dia gram Alur Penelitian

Dari gambar tertera tampak proses penelitian akan berjalan melalui 5 tahap, bermula dari Persiapan Penelitian. Beberapa hal perlu disiapkan seperti sebuah perangkat PUKN, timbangan, *soundmeter*, komputer laptop, meja dan ponsel.

Berikutnya adalah proses menimbang PUKN beserta aksesorisnya yang dilakukan guna mendapatkan skenario pelaksanaan penelitian. Selanjutnya PUKN diterbangkan sesuai skenario dan mulai melakukan perekaman data menggunakan perangkat *soundmeter*. Data yang terekam pada *soundmeter* teraliri ke komputer laptop untuk kemudian diekspor dan dianalisis untuk kebutuhan penelitian.

### 2.1 Persiapan Penelitian

Sebuah PUKN non-GPS tipe Tello berdimensi 98×92,5×41 mm yang memiliki 4 rotor dan *propeller* disiapkan, PUKN ini dilengkapi pula dengan 2 buah baterai (termasuk cadangan) dengan 1,1 *ampere-hour* dan 3,8 volt, 1 buah penutup atas badan PUKN, dan 4 buah pelindung *propeller* di tiap sisi rotor dan *propeller* berukuran 3 inchi, demikian spesifikasi yang tertera dari situs resmi PUKN. Sebuah perangkat tablet

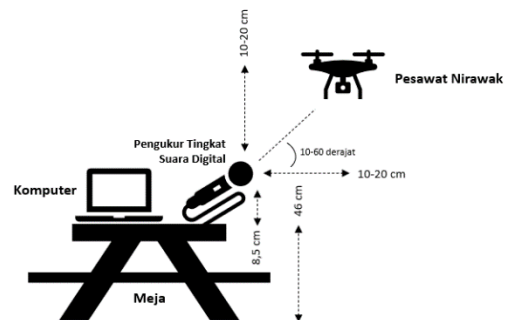
yang telah terinstalasi aplikasi resmi kemudian digunakan sebagai *controller* PUKN saat menerbangkan.

Sebuah tempat *indoor* non-akustik berdimensi ±120 m<sup>3</sup> juga disiapkan untuk menerbangkan PUKN dalam ruangan guna meminimalisir suara luar yang mungkin ditimbulkan saat proses perekaman data terjadi, serta mengeliminasi terpaan angin saat menerbangkan PUKN.

Timbangan digital disiapkan untuk mengukur massa PUKN dan perlengkapan/ aksesoris terkait. Timbangan digunakan dalam satuan gram dengan akurasi 1 digit di belakang koma.

*Soundmeter* tipe SLM-25 digunakan pada penelitian kali ini. *Soundmeter* dilengkapi dengan *wind shield* dan aplikasi yang dapat terhubung dengan komputer guna merekam tekanan suara satuan desibel secara langsung dan berkelanjutan.

Sebuah komputer *laptop* dan *soundmeter* diletakkan di atas sebuah meja setinggi 46 cm, kemudian *soundmeter* disanggah setinggi 8,5 cm guna mendapatkan posisi rekam data tingkat suara yang baik. Diharapkan dengan persiapan seperti ini, PUKN dapat terbang di kisaran 10-20 cm dari posisi mikrofon *soundmeter* baik secara vertikal maupun horizontal. Jarak ini diharapkan tidak membuat angin yang dihasilkan propeller PUKN berdampak pada mikrofon *soundmeter*. Pengaturan di atas meja tampak seperti pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Persiapan dan Pengaturan

Pengaturan ini berupaya sedekat mungkin

## Jurnal Kajian Teknik Mesin Volume 6 Nomor 2

dengan yang tertera pada dokumen panduan aplikasi NIOSH Sound Level Meter oleh Hearing Loss Prevention Team (2019) mengenai bagaimana melakukan survei *noise*, meskipun belum semua hal dapat terpenuhi.

Komputer yang telah terinstalasi aplikasi pendukung terhubung dengan *soundmeter* via *port* USB pada laptop ke *port* mini-USB yang tersedia *soundmeter*. Aplikasi dapat merekam data secara aktual nilai desibel tiap detik yang tertangkap pada mikrofon dari *soundmeter*.

*Soundmeter* memiliki konfigurasi yang perlu ditetapkan sebelum perekaman data dimulai. Berikut ini adalah parameter konfigurasi yang digunakan dalam perekaman data pada penelitian kali ini, tertera pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Parameter dan Konfigurasi *Soundmeter*

Parameter	Konten
<i>Noise Level</i>	A
<i>Total Records</i>	60
<i>Record Interval</i>	1 second
<i>Noise Alarm</i>	L:30 H:130 dB
<i>Sample Level</i>	Slow

Seperti tertera pada tabel, *Noise Level* yang digunakan pada penelitian kali ini adalah Desibel dengan bobot tipe A (dBA). *Total Records* yang dimaksud adalah proses perekaman terjadi sebanyak 60 kali dalam 1 menit, di mana *soundmeter* merekam data tiap 1 detik seperti tertera pada *Record Interval*. Konfigurasi *Noise Alarm* merupakan batasan untuk batas bawah di 30 dB dan batas atas 130 dB alarm akan berbunyi saat perekaman data berlangsung. *Sample Level Slow* menunjukkan bahwa data direkam tiap 1000 mili-detik sekali. Adapun *Sample Level Fast* merekam data di tiap 125 mili-detik sekali.

### 2.2 Menimbang Bobot PUKN

PUKN tidak hanya memiliki badan unit perangkat, melainkan juga memiliki pelindung *propeller* dan penutup badan

yang dapat dipasang dan dilepaskan. Terdapat 4 buah pelindung *propeller* yang dapat dilepas dan disematkan guna menghindari baling-baling tidak dapat berfungsi dengan baik seperti tersangkut pada dahan maupun ranting saat terbang.

PUKN juga memiliki sebuah penutup atas yang melindungi baterai dan badan PUKN dari atas. Pelindung atas ini dapat juga disematkan dan dilepas sesuai dengan kebutuhan. Pada kondisi normal, penutup atas ini dipasang saat PUKN diterbangkan.

Penutup atas memiliki berat, demikian juga 4 pelindung *propeller*. PUKN kemudian ditimbang guna mendapatkan massa aktual masing-masing pelindung agar dapat menjadi skenario yang digunakan pada penelitian kali ini. Proses penimbangan tampak pada Gambar 3 berikut ini:



Gambar 3. Penimbangan PUKN

Usai proses penimbangan berlangsung, berikut ini merupakan berat yang ditemukan tertera pada Tabel 2:

Tabel 2. Beban PUKN

Penimbangan	Pelindung <i>Propeller</i>	Penutup Atas	Massa (g)
1	Ya	Ya	86
2	Tidak	Ya	79,6
3	Tidak	Tidak	78

Tampak pada tabel bahwa selisih massa antara PUKN lengkap dengan PUKN tanpa pelindung *propeller* adalah 6,4 gram dan selisih berikutnya yakni 1,6 gram tanpa pelindung *propeller* dan penutup atas PUKN.

### 2.3 Menentukan Skenario

Skenario diperlukan dalam upaya mengetahui berapa kondisi PUKN perlu mengudara untuk diteliti. Sesuai dengan beban massa PUKN, maka 3 skenario yang digunakan sesuai dengan proses penimbangan sebelumnya yang kemudian terlihat pada Tabel 3 Skenario Penelitian:

Tabel 3. Skenario Penelitian

Skenario	Pelindung <i>Propeller</i>	Penutup Atas
1	Ya	Ya
2	Tidak	Ya
3	Tidak	Tidak

Didapatkan 3 Skenario penelitian yang menjadi panduan dalam melakukan perekaman data.

### 2.4 Menerbangkan PUKN

PUKN diterbangkan terlebih dahulu, kemudian didekatkan dengan posisi *soundmeter* sesuai jarak yang telah diterakan sebelumnya guna mendapatkan tekanan suara yang baik. Saat jarak sudah sesuai, perekaman data kemudian dilakukan selama 60 detik dengan mengatur penerbangan PUKN tetap pada posisi yang sesuai. Usai 1 menit berlangsung, proses perekaman data dihentikan dan PUKN diturunkan untuk mendarat. Gambar 4 berikut ini menunjukkan saat proses perekaman berlangsung:



Gambar 4. Proses Perekaman Data

Perekaman *noise* dilakukan sebanyak 5 kali di setiap skenario, dengan masing-masing durasi 60 detik. Di setiap PUKN mengudara selama 60 detik didapatkan nilai *noise* di setiap detiknya, yang berarti didapatkan 60 kali perekaman data. Maka dari itu, di setiap skenario penerbangan PUKN akan didapatkan 300 data *noise* untuk kemudian dapat dianalisa.

### 2.5 Ekspor Data dan Analisis

Data yang direkam menggunakan aplikasi kemudian disimpan dalam format standar perekaman dengan file ekstensi WRec, data ini juga dapat kemudian diekspor menjadi format Microsoft Excel 97-2003 Worksheet (.xls) untuk kebutuhan analisa.

Data yang dihasilkan pada format Excel ini memiliki 2 *sheets*, yakni *sheet* Data\_Record yang berisikan hasil rekam data dan *sheet* bernama Parameter yang berisikan informasi parameter yang digunakan aplikasi selama proses perekaman berlangsung. *Sheet* Data\_Record tampak seperti pada Gambar 5 berikut:

	A	B	C
1	Record	Time	Noise(dB)
2	1	12/03/21 13:43:21	74,9
3	2	12/03/21 13:43:22	74,9
4	3	12/03/21 13:43:23	76
5	4	12/03/21 13:43:24	75,8
6	5	12/03/21 13:43:25	75,3
7	6	12/03/21 13:43:26	78,5
8	7	12/03/21 13:43:27	78,3
9	8	12/03/21 13:43:28	75,5
10	9	12/03/21 13:43:29	78
11	10	12/03/21 13:43:30	76,4

Gambar 5. Tangkapan Layar 10 Rekam Data

## 2.6 Pengolahan data noise

Data *noise* yang telah diambil dari tiga skenario yang berbeda diolah melalui beberapa urutan proses sebagai berikut:

### 2.6.1 Rata-rata data per n<sup>th</sup> detik

Perekaman *noise* dilakukan sebanyak 5 kali disetiap skenario, dengan masing-masing durasi 60 detik. Pada setiap n<sup>th</sup> detik, bacaan *noise* ini diambil rata-ratanya melalui metode rata-rata logaritmik, atau dengan persamaan (1) berikut:

$$x_n = 10 \text{ Log} \frac{\sum_{i=1}^k 10^{\left(\frac{x_{n,i}}{10}\right)}}{k} \quad (1)$$

di mana  $x_n$  adalah nominal *noise* detik n<sup>th</sup> dalam unit dB;  $k$  adalah jumlah pengulangan perekaman, yang mana di sini sebanyak 5 kali; dan notasi  $i$  menunjukkan nominal *noise* per pengukuran per perekaman.

### 2.6.2 Pengoreksian noise latar belakang

Untuk mendapatkan profil *noise* PUKN yang lebih akurat, pengoreksian terhadap *noise* latar belakang dilaksanakan terhadap nominal *noise* yang sudah diambil rata-ratanya. Profil *noise* latar belakang direkam dengan menggunakan metode yang sama di seksi 2.6, dan dirata-ratakan dengan

menggunakan metode di seksi 2.6.1. Pengoreksian ini dilakukan juga menggunakan prinsip pengurangan logaritmik. Perhitungan pengoreksian *noise* latar belakang dilakukan dengan menggunakan persamaan (2) sebagai berikut:

$$x_{corr,n} = 10 \text{ Log} \left( 10^{\frac{x_n}{10}} - 10^{\frac{x_{bg,n}}{10}} \right) \quad (2)$$

di mana  $x_{corr,n}$  adalah *noise* PUKN yang telah di koreksi atas *noise* latar belakang; dan  $x_{bg,n}$  adalah *noise* latar belakang pada detik n<sup>th</sup>. Pengoreksian ini dilakukan per detik n<sup>th</sup>.

### 2.6.3. Rata-rata noise keseluruhan

Nominal *noise* PUKN per skenario kemudian diambil rata-ratanya dengan menggunakan persamaan (3) berikut ini:

$$x_z = 10 \text{ Log} \frac{\sum_{n=1}^j 10^{\left(\frac{x_{corr,n}}{10}\right)}}{j} \quad (3)$$

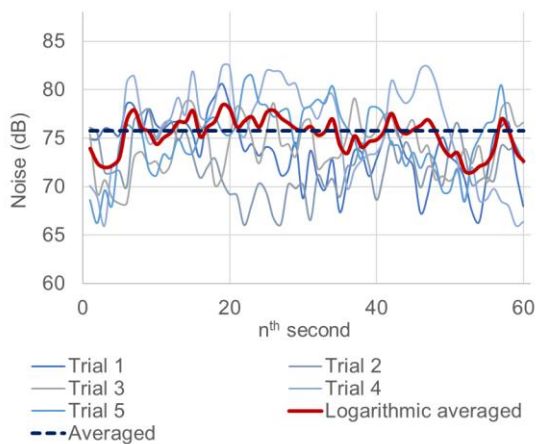
di mana  $j$  adalah jumlah lamanya rekaman per skenario, yaitu 60 detik di studi ini, dan  $z$  adalah indeks skenario. Hasil dari perhitungan ini kemudian dibandingkan dan dianalisa antara satu skenario dengan skenario lainnya. Pembahasan lebih lanjut ditampilkan di seksi selanjutnya.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil *noise* dari setiap skenario yang telah diproses dan dikoreksi kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik. Setiap profil *noise* mentah (*raw noise profile*) juga ditampilkan bersamaan dengan profil yang sudah dikoreksi dan diambil rata-ratanya pada setiap skenario yang diuji. Ini dilakukan atas tujuan pengamatan dari setiap tahapan memroses profil *noise* yang direkam, juga dari segi konvergensi terhadap *noise* rata-rata dibandingkan

dengan *raw noise* yang direkam.

Gambar 6 menunjukkan profil *noise* yang dihasilkan PUKN yang beroperasi dalam skenario 1, yang mana PUKN dibebani oleh pelindung *propeller* dan penutup atas, dengan total massa 86 gram. Terdapat fluktuasi dari setiap profil *raw noise* yang sudah dikoreksi yang diilustrasikan dengan garis tipis. Sedangkan untuk garis merah tebal menunjukkan profil *noise* yang sudah dikoreksi dan diambil rata-ratanya per  $n^{\text{th}}$  detik. Melalui prosedur perata-rataan, fluktuasi dari kelima *raw noise* tersebut berhasil dihaluskan, seperti yang ditunjukkan oleh garis tebal merah. Dari sini, rata-rata yang dihasilkan dari bentang waktu 60 detik yaitu 75.68 dB.



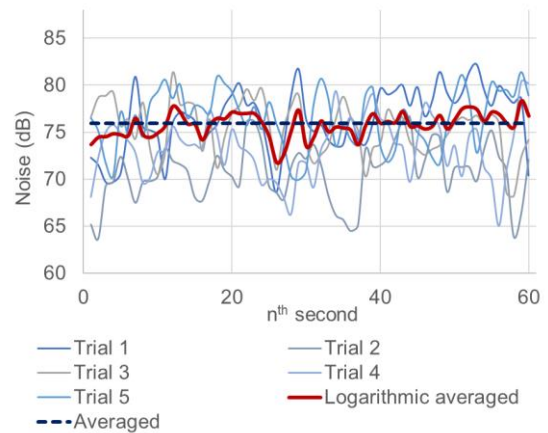
Gambar 6. Profil *noise* pada skenario 1

Gambar 7 menunjukkan profil *noise* yang dihasilkan dengan skenario 2, dimana terdapat pengurangan beban PUKN setelah dilepasnya pelindung *propeller*. Profil *noise* yang dihasilkan juga berasal dari rata-rata logaritmik per  $n^{\text{th}}$  detik dari total 5 kali pengujian (*trial*). Pada skenario 2 ini, terdapat kenaikan level *noise* rata-rata dari bentang 60 detik, yaitu 75.94 dB, atau kenaikan sebanyak  $\Delta_{noise} = 0.26$  dB.

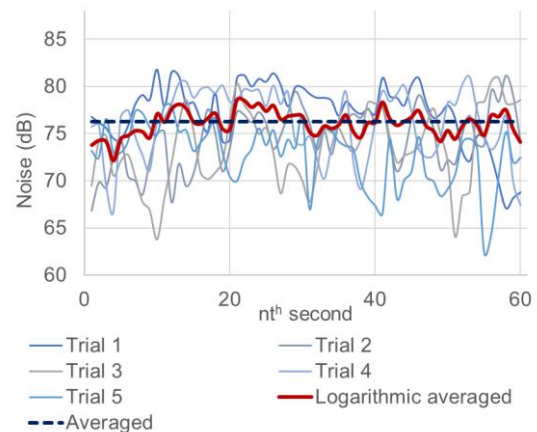
Gambar 7. Profil *noise* pada skenario 2

Hal yang sama juga terlihat pada level *noise* di skenario 3, yaitu dengan melepaskan pelindung *propeller* dan juga penutup atas,

sehingga mengurangi beban keseluruhan



PUKN. Pada skenario 3, rata-rata *noise* yang terekam, setelah dilakukan pengoreksian, adalah 76.29 dB, atau kenaikan sebanyak  $\Delta_{noise} = 0.35$  dB dari skenario 2. Gambar 8. menampilkan profil *raw noise* dan rata-ratanya dalam 60 detik.



Gambar 8. Profil *noise* pada skenario 3

Tabel 4 menunjukkan ringkasan dari observasi pengukuran *noise* dari berbagai skenario yang diuji.

Tabel 4. Ringkasan observasi tingkat *noise* PUKN dari beberapa skenario

Skenario	Rata-rata - <i>noise</i> (dB)	$\Delta_{noise} = x_{z+1} - x_z$ (dB)
1	75.68	-
2	75.94	0.26
3	76.29	0.35

Dapat dilihat dari hasil rekaman, dan setelah dilakukannya pengoreksian *noise* latar belakang dan rata-rata secara logaritmik, dapat disimpulkan bahwa beban

massa PUKN mempengaruhi tingkat *noise* yang dihasilkan. Walaupun demikian, kenaikan dari *noise* dari pengurangan beban massa PUKN tidak menunjukkan signifikansi terhadap zona kenyamanan pendengaran manusia.

#### 4. KESIMPULAN

Berikut ini merupakan kesimpulan yang dapat dipetik dari penelitian ini. Didapati PUKN dengan massa antara 78-86 gram pada 3 skenario dengan masing-masing 300 data di tiap skenario menghasilkan rata-rata *noise* di 75,68-76,29 dBA. Penurunan massa PUKN sebesar 8 gram menghasilkan peningkatan *noise* sebesar 0,61 dBA. Penurunan beban yang tidak signifikan menghasilkan peningkatan *noise* yang tidak signifikan pula. Adapun penelitian selanjutnya di masa yang akan datang dapat dilakukan dengan pengujian yang serupa pada merk, tipe, dan jenis PUKN berbeda dengan skenario yang lebih beragam.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Brungart, T. A., Olson, S. T., Kline, B. L., & Yoas, Z. W. (2019). The reduction of quadcopter propeller noise. *Noise Control Engineering Journal*, 67(4), 252–269. <https://doi.org/10.3397/1/376723>
- Hakim, M. A., Emawati, H., & Mujahiddin, D. E. (2021). PEMANFAATAN PESAWAT TANPA AWAK UNTUK PEMETAAN DAN IDENTIFIKASI PENUTUPAN LAHAN PADA KAWASAN HUTAN PENDIDIKAN UNMUL. *AGRIFOR*, 20(1), 47. <https://doi.org/10.31293/agrifor.v20i1.4900>
- Hearing Loss Prevention Team. (2019). NIOSH Sound Level Meter Application (app) for iOS devices. NIOSH Sound Level Meter. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/noise/pdfs/NIOSH-Sound-Level-Meter-Application-app-English.pdf>
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia. (2020). Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 37 Tahun 2020 tentang Pengoperasian Pesawat Udara Tanpa Awak di Ruang Udara yang Dilayani Indonesia. [https://jdih.dephub.go.id/assets/uudocs/permen/2020/PM\\_37\\_TAHUN\\_2020.pdf](https://jdih.dephub.go.id/assets/uudocs/permen/2020/PM_37_TAHUN_2020.pdf)
- Noor, F. (2020). Historiografi drone: Dari militer hingga sinema. *ProTVF*, 4(2), 185. <https://doi.org/10.24198/ptvf.v4i2.26722>
- Ryze. (n.d.). Tello. Tello. Retrieved June 12, 2021, from <https://www.ryzerobotics.com/tello/specs>
- Schäffer, B., Pieren, R., Heutschi, K., Wunderli, J. M., & Becker, S. (2021). Drone Noise Emission Characteristics and Noise Effects on Humans—A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), 5940. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115940>
- Sugiarto, B. S., Mulyani, A., & Nurdin, H. (2020). SISTEM INFORMASI PESAWAT TANPA AWAK (DRONE) BERBASIS APLIKASI ANDROID. *Journal of Information System, Informatics and Computing*, 4(2), 9. <https://doi.org/10.52362/jisicom.v4i2.314>



- Suroso, I. (2018). ANALISIS PERAN UNMANNED AERIAL VEHICLE JENIS MULTICOPTER DALAM MENINGKATKAN KUALITAS DUNIA FOTOGRAFI UDARA DI LOKASI JALUR SELATAN MENUJU CALON BANDARA BARU DI KULONPROGO. REKAM: *Jurnal Fotografi, Televisi, Dan Animasi*, 14(1), 17. <https://doi.org/10.24821/rekam.v14i1.2134>
- Widiasari, C., & Este, R. S. A. D. (2020). Rancang Bangun Drone Quadcopter Tanpa Awak Penyiram Pupuk Tanaman. *Jurnal Politeknik Caltex Riau*, 6(2), 81–90. <https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/elementer/article/view/4396>