

PENGUKURAN KEBISINGAN PESAWAT UDARA DENGAN MEMASUKAN FREKUENSI KEBISINGAN DI SEKITAR BANDARA HALIM PERDANA KUSUMA

Raihan Sakti Pratama^{1*}, Mufti Arifin², Imron Rosadi³, Ericko Chandra Utama⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Penerbangan, Fakultas Teknologi Dirgantara dan Industri, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 8 Maret 2025
Direvisi: 18 September 2025
Diterima: 30 Desember 2025

Kata kunci:

Kebisingan, Bandara, Frekuensi, Sound Pressure Level, dB Meter

Keywords:

Noise, Airport, Frequency, Sound Pressure Level, dB Meter

Penulis Korespondensi:

Raihan Sakti Pratama
Email:
raihan.sakti0110@gmail.com

ABSTRAK

Tingginya penggunaan transportasi udara saat ini didorong oleh kebutuhan masyarakat akan mobilitas yang lebih cepat dan efisien. Namun, dampak dari penggunaan pesawat udara tidak dapat diabaikan, terutama dalam hal polusi suara atau kebisingan yang ditimbulkan oleh mesin pesawat. Bandara Halim Perdana Kusuma, yang awalnya dirancang untuk kegiatan militer, telah menjadi bandara komersial sejak tahun 2014 sebagai upaya mengurangi kepadatan penerbangan di Bandara Soekarno-Hatta. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kebisingan pesawat udara di sekitar Bandara Halim Perdana Kusuma dengan memasukkan frekuensi. Pengukuran dilakukan menggunakan aplikasi dB meter yang diunduh di ponsel dan alat *Sound Level Meter*, baik pada saat aktivitas penerbangan maupun tanpa aktivitas penerbangan di pemukiman sekitar. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kebisingan dalam dBA dapat diukur dengan alat *Sound Level Meter*, sedangkan frekuensi dapat diukur dengan ponsel yang terinstall aplikasi dB meter. Frekuensi tertinggi yang terukur pada aktivitas lepas landas pesawat di Bandara Halim Perdanakusuma mencapai puncaknya pada 7716 Hz hingga 7834 Hz, pada saat kebisingan mencapai titik tertinggi. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi frekuensi maka ΔLA semakin kecil, artinya dBA semakin mendekati *sound pressure level*.

The high usage of air transportation today is driven by the community's need for faster and more efficient mobility. However, the impact of using aircraft cannot be ignored, especially in terms of noise pollution caused by aircraft engines. Halim Perdana Kusuma Airport, which was originally designed for military activities, has become a commercial airport since 2014 in an effort to reduce flight density at Soekarno-Hatta Airport. This study aims to measure aircraft noise around Halim Perdana Kusuma Airport by including frequency. Measurements were carried out using a dB meter application downloaded on a mobile phone and a Sound Level Meter, both during flight activity and without flight activity in surrounding settlements. The results of this study indicate that noise in dBA can be measured with a Sound Level Meter, while frequency can be measured with a smartphone that has a dB meter application installed. The highest frequency measured during aircraft take-off activity at Halim Perdana Kusuma Airport peaked at 7716 Hz to 7834 Hz, when the noise reached its highest point. From this research, it can be concluded that the higher the frequency the higher the frequency the smaller ΔLA , meaning the dBA is getting closer to the sound pressure level.

Copyright © 2025 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu dan tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Kebisingan implusif, seperti tempaan tiang pancang bangunan atau suara mesin tempa di perusahaan. Jumlah penerbangan, jenis pesawat, dan jalur penerbangan serta operasi pesawat terbang di bandara (mendarat dan lepas landas, penyimpanan bahan bakar, pengujian mesin, dan penggunaan unit daya tambahan) umumnya memengaruhi kebisingan pesawat. Suara pesawat udara adalah gangguan yang disebabkan oleh pesawat atau bagian-bagiannya saat meluncur, mendarat, dan lepas landas selama penerbangan [1].

Frekuensi adalah ukuran berapa banyak gelombang atau getaran yang terjadi dalam satu detik. Hertz, satuan yang paling sering digunakan untuk menunjukkan jumlah puncak gelombang panjang yang menurunkan titik saat ini per detik, adalah satuan yang paling sering digunakan. Periode adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan satu getaran penuh, dan didefinisikan sebagai durasi satu urutan berjalan acak. Menghitung peristiwa jumlah dan frekuensi berarti membagi jumlah ini dengan panjang jarak waktu [2,3].

II. METODE PENELITIAN

Proses penelitian ini diawali dengan mengumpulkan berbagai referensi dari jurnal, buku, peraturan, serta penelitian terdahulu. Setelah dilakukan studi literatur langkah selanjutnya adalah survei lokasi pengukuran. Setelah menentukan titik pengukuran langkah selanjutnya adalah men *set up* alat untuk melakukan pengukuran. Sebelum melakukan pengukuran terlebih dahulu mengumpulkan data jadwal penerbangan. Setelah semua sudah siap lalu dilakukan pengukuran yang dilakukan dalam kurung waktu 1 bulan, pengukuran dilakukan pada saat siang-sore hari. Setelah itu Data hasil pengukuran dianalisis dengan memasukkan aspek frekuensi kebisingan. Analisis ini dilakukan untuk memahami distribusi kebisingan berdasarkan spektrum frekuensi serta membandingkan dengan standar kebisingan yang berlaku. Berdasarkan hasil analisis, ditarik kesimpulan mengenai tingkat kebisingan pesawat udara di Bandara Halim Perdanakusuma, karakteristik frekuensi kebisingan yang terjadi, serta dampaknya terhadap lingkungan sekitar. Tahap akhir dari penelitian ini adalah penyusunan laporan penelitian dalam bentuk skripsi yang berisi seluruh tahapan dan hasil penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan dibuat berdasarkan hasil analisis yang dilakukan sudah sesuai dengan tujuan penelitian, serta saran yang diperuntukan sebagai perbaikan dan pengembangan untuk penelitian selanjutnya.

2.1 Kebisingan

Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Ingatlah, bahwa bunyi dan suara serupa secara linguistik karena keduanya merupakan getaran yang dihasilkan oleh makhluk hidup. Sumber kebisingan adalah sumber bunyi yang keberadaannya dianggap berbahaya bagi pendengaran baik yang berasal dari sumber bergerak maupun tidak bergerak. Secara umum sumber kebisingan dapat berasal dari kegiatan industri, perdagangan, konstruksi, pembangkit listrik, transportasi dan kegiatan domestik yang kebanyakan melibatkan peralatan dan mesin. Kebisingan dapat menyebabkan gangguan pendengaran, walaupun memang tidak dalam jangka waktu yang pendek.

Kebisingan merambat melalui udara. Perambatan suara ini berbentuk gangguan tekanan udara berfluktasi yang besarnya dinyatakan dengan sound pressure (p) sehingga besarnya kebisingan dapat dinyatakan dengan *Sound Pressure Level*. Besaran ini biasa digunakan pada alat ukur kebisingan. Persamaan ini dapat digunakan untuk menentukan besarnya SPL suatu titik berdasarkan besarnya SPL di titik lain. Penyebaran kebisingan diasumsikan ke segala arah sehingga berbentuk bola yang akan memiliki besar SPL sama untuk jarak yang sama dari sumber kebisingan, jarak ini merupakan jari-jari bola [4-6].

2.2 Baku Tingkat Kebisingan

Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.48 tahun 1996 menetapkan baku tingkat kebisingan sebagai batas tertinggi tingkat kebisingan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari usaha atau kegiatan sehingga tidak mengganggu kesehatan manusia atau kenyamanan lingkungan [7]. Selain itu, peraturan Menteri Kesehatan No. 718/MENKES/PER/XI tahun 1987 membagi kebisingan kesehatan menjadi empat zona yaitu:

1. Zona A : diperuntukan bagi tempat penelitian, rumah sakit, tempat perawatan kesehatan atau sosial dan sejenisnya.
2. Zona B : diperuntukan bagi perumahan, tempat pendidikan, rekreasi dan sejenisnya.
3. Zona C : diperuntukan bagi perkantoran, pertokoan, perdagangan, pasar dan sejenisnya.
4. Zona D : diperuntukan bagi industri, pabrik, stasiun kereta api, terminal bus dan sejenisnya.

Tabel 1. Tingkat Kebisingan

Peruntukan Kawasan / Lingkungan Kegiatan	Tingkat Kebisingan (dBA)
Peruntukan Kawasan	
Perumahan dan pemukiman	55
Perdagangan dan Jasa	70
Perkantoran dan Perdagangan	65
Ruang Terbuka Hijau	50
Industri	70
Pemerintahan dan Fasilitas Umum	60
Rekreasi	70
Khusus	
1. Bandar Udara*	-
2. Stasiun Kereta Api*	-
3. Pelabuhan Laut	70
Lingkungan Kegiatan	
Rumah Sakit atau sejenisnya	55
Sekolah atau sejenisnya	55
Tempat ibadah atau sejenisnya	55

Berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) No. 40 Tahun 2012 Tentang Pembangunan dan Pelestarian Lingkungan Hidup Bandar Udara menjelaskan bahwa tingkat kebisingan di Bandar Udara dan sekitarnya ditentukan dengan indeks kebisingan WECPNL atau nilai ekuivalen tingkat kebisingan di suatu area yang dapat diterima terus menerus selama suatu rentang waktu dengan pembobotan tertentu [8-10]. Tingkat kebisingan terdiri atas kawasan kebisingan tingkat I, kawasan kebisingan tingkat II, dan kawasan kebisingan tingkat III.

1. Kawasan kebisingan tingkat I adalah tingkat kebisingan yang dalam indeks kebisingan pesawat udara lebih besar atau sama dengan 70 (tujuh puluh) WECPNL dan lebih kecil dari 75 (tujuh puluh lima) WECPNL.
2. Kawasan kebisingan tingkat II adalah ketika indeks kebisingan pesawat udara menunjukkan tingkat kebisingan yang lebih besar atau sama dengan 75 (tujuh puluh lima) WECPNL dan lebih kecil dari 80 (delapan puluh) WECPNL.
3. Kawasan kebisingan tingkat III adalah tingkat kebisingan yang berada di atas atau sama dengan 80 dalam indeks kebisingan pesawat udara ($WECPNL > 80$)[6].

2.3 Frekuensi

Frekuensi f yang memiliki satuan Hz atau getaran n per waktu T adalah jumlah getaran yang dihasilkan oleh setiap benda pada waktu tertentu dan dinyatakan dalam bentuk:

$$f = \frac{n}{T} \quad (1)$$

Periode getaran adalah kebalikan dari pengertian frekuensi adalah periode. Pengertian periode getaran adalah waktu yang diperlukan untuk satu kali getaran dan dilambangkan dengan huruf T satuannya *second*. Hubungan antara periode dan frekuensi terlihat dari pengertian sebelumnya bahwa periode menunjukkan jumlah waktu yang diperlukan untuk satu kali getaran, dan frekuensi menunjukkan jumlah getaran dalam satu detik. Oleh karena itu, semakin banyak getaran dalam satu detik, maka waktu getarnya lebih pendek dan amplitudo tidak mempengaruhinya. Akibatnya, ada hubungan antara periode dan frekuensi.

Karakteristik pembobotan A secara umum melemahkan frekuensi rendah. Hal ini sesuai dengan sifat pendengaran manusia yang kurang peka terhadap suara frekuensi rendah dibandingkan suara frekuensi menengah dan tinggi. Dapat diketahui bahwa karakteristik pembobotan A menyesuaikan respons frekuensi terutama dengan melemahkan frekuensi yang lebih rendah. Relatif respons dapat diperkirakan dengan:

$$\Delta LA = -145,528 + 98,262 \log f - 19,509(\log f)^2 + 0,975(\log f)^3 \quad (2)$$

2.4 Kebisingan Pesawat Udara

Sumber bising pada pesawat Setiap pesawat memiliki mesin yang berbeda-beda tergantung pada mesin yang digunakan, seperti mesin jet atau propeler, dan pada tipe operasinya, seperti saat *take off* dan *landing*. Sumber suara pesawat yang paling penting dapat dijelaskan sebagai berikut [11,12]:

1. Kebisingan pada mesin *turbojet* merupakan kebisingan yang dihasilkan dari pergerakan mesin dan kecepatan pada interaksi dalam aliran udara yang dapat terpengaruhi dari pergerakan ini dengan udara luar.
2. Kebisingan pada mesin *turbofan* merupakan kebisingan yang dikeluarkan dari kompresor turbin.
3. Kebisingan *aerodynamic* merupakan kebisingan yang berasal dari aliran udara yang terdapat di rongga-rongga pesawat dan di bawah badan pesawat, permukaan pesawat dan roda gigi pendaratan.
4. Kebisingan pada pesawat baling-baling dihasilkan dari piston atau kekuatan gas turbin yang bekerja di mesin pesawat.

Mesin jet terbagi menjadi 2, yaitu pada mesin jet yang generasi pertama, mesin jet atau sering dikenal dengan nama *turbojet* dan pada selanjutnya yang dikenal dengan nama *turbofan*. Mesin *turbojet* kebisingan yang disebabkan oleh kompresor, mesin turbin, dan gas buang. Dalam mesin *turbojet*, udara yang dihisap masuk dimampatkan pada kompresor sehingga tercampur dengan bahan bakar. Setelah itu, bahan bakar dibakar, dan gas yang dihasilkan disemburkan dengan kecepatan tinggi oleh turbin dalam upaya mendorong pesawat untuk bergerak maju. Semakin tinggi laju semburan gas buang, semakin banyak emisi yang dihasilkan.

Pesawat yang lebih besar perlu didorong dengan mesin jet yang lebih kuat, yang menghasilkan kebisingan yang lebih tinggi. Salah satu upaya yang telah dilakukan adalah memasang peredam kebisingan. dengan mengubah saluran gas buang untuk mencapai pencampuran gas buang yang lebih halus. Namun, hal ini akan mengurangi kinerja mesin dan dapat menyebabkan lebih banyak bahan bakar digunakan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Hasil Pengukuran

Pengambilan data yang dilakukan saat pesawat udara *take off* dalam rentang waktu 30 detik menunjukkan tingkat kebisingan yang fluktuatif, yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan Titik Pengukuran
Titik pengukuran ditentukan berdasarkan jarak dari garis tengah *runway* guna mendapatkan distribusi kebisingan di berbagai lokasi sekitar bandara. Penentuan titik pengukuran ini mempertimbangkan beberapa faktor, seperti aksesibilitas lokasi, pengaruh lingkungan sekitar, dan keamanan lokasi bagi alat ukur dan pengamat.
2. Persiapan dan Pemasangan Alat Ukur

Alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini adalah *sound level meter* (SLM) dan dB Meter, yang berfungsi untuk merekam tingkat kebisingan dalam satuan desibel (dB) serta mengidentifikasi distribusi frekuensi suara yang dihasilkan oleh pesawat udara. Alat diatur dalam mode pengukuran fast response agar dapat menangkap fluktuasi kebisingan secara cepat. Alat diposisikan sesuai dengan standar pengukuran kebisingan, dengan ketinggian tertentu dari permukaan tanah guna menghindari pantulan suara dari objek di sekitar. Kalibrasi alat dilakukan sebelum pengukuran untuk memastikan keakuratan data yang diperoleh.

3. Melakukan Pengukuran Kebisingan

Pengukuran dilakukan pada saat pesawat udara take-off, dengan rentang waktu 30 detik setelah pesawat mulai berakselerasi di landasan pacu. Proses pengukuran dilakukan dalam beberapa sesi berdasarkan jadwal penerbangan untuk mendapatkan variasi data dari berbagai jenis pesawat.

4. Pencatatan Hasil Pengukuran

Data hasil pengukuran kebisingan dicatat secara sistematis, termasuk tingkat kebisingan maksimum (dBA), minimum (dBA), serta rata-rata (dBA) pada setiap titik pengukuran. Selain itu, frekuensi dominan kebisingan juga dianalisis untuk memahami karakteristik suara yang dihasilkan oleh mesin pesawat udara.

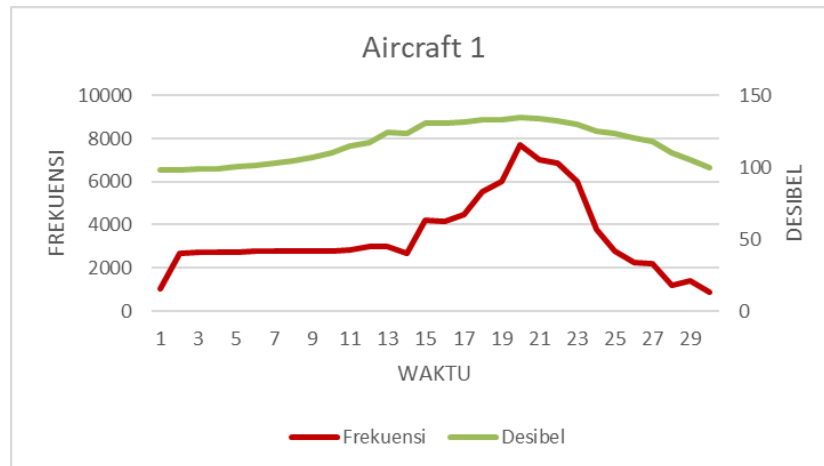
5. Pembuatan Tabel Hasil Pengukuran

Setelah pengukuran selesai, data yang diperoleh disusun dalam bentuk tabel untuk memudahkan analisis dan interpretasi hasil.

Tabel 1 Tingkat kebisingan dan frekuensi berdasarkan waktu untuk tiap pesawat

Waktu (s)	A320 (1)		A320 (2)		A320 (3)		A320 (4)	
	dBA	f	dBA	f	dBA	f	dBA	f
1	97,8	1955,9	97,9	1924,7	98,2	2589,8	96,1	2621,7
2	98,1	2681	98,1	2428,1	98,9	2667,5	98,7	2765,2
3	99,3	2706,2	98,4	2597,9	99,3	2708,2	99,3	2715,3
4	99,2	2731	98,7	2639,2	99,3	2727,2	99,2	2775,1
5	100,4	2754,6	98,8	2638,9	99,4	2735,6	100,5	2759,6
6	101,4	2763,6	99,1	2688,9	99,4	2753,3	101,4	2862,9
7	103	2776,3	99,4	2694,6	97,1	2393,3	103,7	2890
8	104,6	2794,1	99,6	2700,5	99,6	2792,3	104,6	2994,6
9	106,9	2807,1	99,2	2720,1	102,3	2800,6	106,9	3045,2
10	110,3	2791,2	99,8	2771,5	103,4	2810,2	108,9	3296,1
11	114,9	2821,5	100,2	3230,5	105,2	2815,3	113,2	4115,9
12	117,2	2973,3	99,1	2795,5	99,8	2342,9	116,8	4422,4
13	124,1	2999,3	103,2	2812,5	103,7	3426,3	121,4	5771
14	123,3	2649,9	104,2	2830,5	115,2	4854,6	125,4	6133,7
15	130,5	4220,5	107,6	3140,5	110,5	4222,6	129,6	7581,2
16	131	4177	109,7	2820,2	108,6	4202,9	137	7834,1
17	131,2	4480,2	110,2	2792,7	120,3	5890,6	131,2	7631,2
18	132,9	5560	115,7	3463,9	125,7	6335	128,7	7324,1
19	133,1	6000,2	120,2	4514,8	128,8	7314,3	124,1	6870,3
20	135	7716	125,1	5598	130,3	7561,9	121,5	6347,8
21	133,7	6996,7	130,7	6734,9	133,7	7715,2	115,5	5321,9
22	132,1	6858,2	137,8	7953,5	138,9	7991,2	113,2	5237,8
23	130,2	6000,3	135,2	7509,1	130,2	7549	110	4897,9
24	125,1	3793,4	134,8	7482,5	124,8	6970,6	108,6	4213,6
25	123,8	2793,2	126,7	6915,9	118,3	5565,3	107,6	3567,2
26	120,1	2241,1	122,1	5970,8	110,3	4385,7	100,5	2871,2
27	118,2	2198	113,7	3830,2	106,5	3398,2	99,7	2721,9
28	110,4	1192,5	108,2	2793,4	100,1	2715	99,3	2653,7
29	105,1	1392,2	98,9	1925,2	99,3	2253,9	98,6	2600,3
30	99,5	877,5	97,7	1192,5	98,1	2011,2	97,6	2257,9
Nilai tertinggi	135	7716	137,8	7953,5	138,9	7991,2	137	7834,1
Rata-rata	116,413	3490,1	109,667	3737,05	110,34	4216,7	110,69	4303,427

Tabel 1 menunjukkan tingkat kebisingan dan frekuensi pesawat berdasarkan waktu. Diperoleh bahwa intensitas frekuensi tertinggi yang tercatat adalah pada pesawat ke-3 dengan nilai frekuensi sebesar 7991,2 Hz pada saat kebisingan mencapai titik tertinggi.



Gambar 2 Tingkat kebisingan dan frekuensi pesawat 1

Berdasarkan Gambar 2, frekuensi dan tingkat kebisingan secara signifikan berubah pada saat pesawat melakukan *take off* akibat peningkatan putaran mesin dan gaya dorong yang diperlukan pesawat untuk melakukan *take off*. Pada saat pesawat melakukan *take off*, frekuensi yang terdeteksi pada alat 2000-3000 Hz lalu naik signifikan pada detik selanjutnya dan pada detik ke 20 didapatkan frekuensi tertinggi.

3.2 Hasil Analisis dan Perhitungan Data

Data hasil pengukuran dalam bentuk dBA, sedangkan perambatan kebisingan dapat diperkirakan berdasarkan jarak dari sumber kebisingan dalam bentuk *sound pressure level*. Frekuensi memengaruhi perbedaan antara SPL dan dBA. Berdasarkan data dBA hasil pengukuran, dapat dihitung *sound pressure level* dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \Delta LA &= -145,528 + 98,262 \log f - 19,509 (\log f)^2 + 0,975 (\log f)^3 \\ &= -145,528 + 98,262 \log(1955,9) - 19,509 (\log(1955,9))^2 + 0,975 (\log(1955,9))^3 \\ &= -145,528 + 323,41 - 211,34 + 34,76 \\ &= 1,31 \text{ dB} \\ SPL &= dBA - \Delta LA \\ &= 97,8 - 1,31 \\ &= 96,49 \text{ dB} \end{aligned}$$

Dari perhitungan seperti di atas, didapatkan hasil seperti ditunjukkan pada Tabel 2. Dari hasil perhitungan kebisingan dari data penelitian di dapatkan SPL tertinggi sebesar 136,08 dB sehingga ΔLA semakin kecil. Dengan demikian, diketahui bahwa semakin kecil ΔLA , maka dBA semakin mendekati SPL.

Tabel 2 Data hasil perhitungan pesawat 1

Second	f	98,262(log f)	-19,509(log f) ²	0,975(log f) ³	ΔLA	dBA	SPL
1	1955,9	323,41	-211,34	34,76	1,31	97,8	96,49
2	2681	336,87	-229,29	39,29	1,34	98,1	96,764
3	2706,2	337,27	-229,84	39,43	1,33	99,3	97,969
4	2731	337,66	-230,37	39,56	1,33	99,2	97,874
5	2754,6	338,03	-230,87	39,69	1,32	100,4	99,079
6	2763,6	338,17	-231,06	39,74	1,32	101,4	100,08
7	2776,3	338,36	-231,33	39,81	1,32	103	101,68
8	2794,1	338,63	-231,70	39,91	1,31	104,6	103,29

Second	f	98,262(log f)	-19,509(log f) ²	0,975(log f) ³	ΔL_A	dBA	SPL
9	2807,1	338,83	-231,97	39,98	1,31	106,9	105,59
10	2791,2	338,59	-231,64	39,89	1,31	110,3	108,99
11	2821,5	339,05	-232,27	40,05	1,31	114,9	113,59
12	2973,3	341,29	-235,34	40,85	1,27	117,2	115,93
13	2999,3	341,66	-235,86	40,99	1,26	124,1	122,84
14	2649,9	336,37	-228,62	39,11	1,34	123,3	121,96
15	4220,5	356,24	-256,41	46,46	0,75	130,5	129,75
16	4177	355,79	-255,78	46,29	0,77	131	130,23
17	4480,2	358,78	-260,09	47,46	0,62	131,3	130,68
18	5560	368,00	-273,63	51,21	0,06	132,9	132,84
19	6000,2	371,25	-278,48	52,58	-0,18	133,1	133,28
20	7716	381,98	-294,82	57,28	-1,08	135	136,08
21	6996,7	377,81	-288,41	55,42	-0,71	133,7	134,41
22	6858,2	376,95	-287,10	55,04	-0,63	132,1	132,73
23	6000,3	371,25	-278,48	52,58	-0,18	130,2	130,38
24	3793,4	351,68	-249,90	44,70	0,95	125,1	124,15
25	2793,2	338,62	-231,68	39,90	1,31	123,8	122,49
26	2241,1	329,22	-219,00	36,67	1,37	120,1	118,73
27	2198	328,39	-217,90	36,39	1,36	118,2	116,84
28	1192,5	302,30	-184,64	28,39	0,52	110,4	109,88
29	1392,2	308,91	-192,80	30,29	0,87	105,1	104,23
30	99,5	196,31	-77,87	7,77	-19,31	99,5	118,81

Tabel 3 Data hasil perhitungan pesawat 2

Second	f	98,262(log f)	-19,509(log f) ²	0,975(log f) ³	ΔL_A	dBA	SPL
1	1924,7	323,41	-211,34	34,76	1,31	97,9	96,59
2	2428,1	336,87	-229,29	39,29	1,34	98,1	96,764
3	2597,9	337,27	-229,84	39,43	1,33	98,4	97,069
4	2639,2	337,66	-230,37	39,56	1,33	98,7	97,374
5	2638,9	338,03	-230,87	39,69	1,32	98,8	97,479
6	2688,9	338,17	-231,06	39,74	1,32	99,1	97,781
7	2694,6	337,09	-229,59	39,36	1,33	99,4	98,067
8	2700,5	337,18	-229,71	39,39	1,33	99,6	98,268
9	2720,1	337,49	-230,14	39,50	1,33	99,2	97,872
10	2771,5	338,29	-231,23	39,78	1,32	99,8	98,482
11	3230,5	344,83	-240,25	42,14	1,18	100,2	99,017
12	2795,5	338,66	-231,73	39,91	1,31	99,1	97,788
13	2812,5	338,91	-232,08	40,01	1,31	103,2	101,89
14	2830,5	339,19	-232,46	40,10	1,30	104,2	102,9
15	3140,5	343,62	-238,58	41,70	1,21	107,6	106,39
16	2820,2	339,03	-232,24	40,05	1,31	109,7	108,39
17	2792,7	338,61	-231,67	39,90	1,31	110,2	108,89
18	3463,9	347,80	-244,42	43,24	1,09	115,7	114,61
19	4514,8	359,11	-260,57	47,59	0,61	120,2	119,59
20	5598	368,29	-274,06	51,34	0,04	125,1	125,06
21	6734,9	376,18	-285,93	54,71	-0,57	130,7	131,27
22	7953,5	383,28	-296,82	57,86	-1,21	137,8	139,01
23	7509,1	380,82	-293,03	56,76	-0,98	135,2	136,18
24	7482,5	380,67	-292,80	56,69	-0,96	134,8	135,76
25	6915,9	377,31	-287,65	55,20	-0,67	126,7	127,37
26	5970,8	371,04	-278,17	52,49	-0,16	122,1	122,26
27	3830,2	352,09	-250,49	44,86	0,94	113,7	112,76
28	2793,4	338,62	-231,69	39,90	1,31	108,2	106,89
29	1925,2	322,74	-210,46	34,55	1,30	98,9	97,601
30	1192,5	302,30	-184,64	28,39	0,52	97,7	97,184

Hasil perhitungan kebisingan dari data penelitian di dapatkan SPL tertinggi pada perhitungan yaitu 139,01 dB maka ΔL_A semakin kecil. Artinya, dari perhitungan diatas dapat diketahui semakin kecil ΔL_A maka dBA semakin mendekati SPL.

Tabel 4 Data hasil pehitungan pesawat 3

Second	f	98,262(log f)	-19,509(log f) ²	0,975(log f) ³	ΔL_A	dBA	SPL
1	2589,8	323,41	-211,34	34,76	1,31	98,1	96,79
2	2667,5	336,87	-229,29	39,29	1,34	98,7	97,364
3	2708,2	337,27	-229,84	39,43	1,33	99,3	97,969
4	2727,2	337,66	-230,37	39,56	1,33	99,2	97,874
5	2735,6	338,03	-230,87	39,69	1,32	100,5	99,179
6	2753,3	338,17	-231,06	39,74	1,32	101,4	100,08
7	2393,3	332,03	-222,75	37,62	1,37	103,7	102,33
8	2792,3	338,61	-231,66	39,90	1,31	104,6	103,29
9	2800,6	338,73	-231,84	39,94	1,31	106,9	105,59
10	2810,2	338,88	-232,04	39,99	1,31	108,9	107,59
11	2815,3	338,96	-232,14	40,02	1,31	113,2	111,89
12	2342,9	331,12	-221,53	37,31	1,37	99,8	98,431
13	3426,3	347,34	-243,76	43,06	1,11	108,7	107,59
14	4854,6	362,21	-265,08	48,83	0,43	115,2	114,77
15	4222,6	356,26	-256,44	46,47	0,75	110,5	109,75
16	4202,9	356,06	-256,16	46,39	0,76	108,6	107,84
17	5890,6	370,46	-277,30	52,25	-0,12	120,3	120,42
18	6335	373,57	-281,97	53,57	-0,36	125,7	126,06
19	7314,3	379,70	-291,31	56,26	-0,88	128,8	129,68
20	7561,9	381,12	-293,49	56,89	-1,00	130,3	131,3
21	7715,2	381,98	-294,81	57,27	-1,08	133,7	134,78
22	7991,2	383,48	-297,13	57,95	-1,23	138,9	140,13
23	7549	381,05	-293,38	56,86	-1,00	130,2	131,2
24	6970,6	377,65	-288,16	55,35	-0,69	124,8	125,49
25	5565,3	368,04	-273,69	51,23	0,06	118,3	118,24
26	4385,7	357,87	-258,78	47,10	0,67	110,3	109,63
27	3398,2	346,99	-243,27	42,93	1,12	106,5	105,38
28	2715	337,41	-230,03	39,47	1,33	100,1	98,771
29	2253,9	329,47	-219,32	36,75	1,37	99,3	97,934
30	2011,2	324,60	-212,90	35,15	1,33	98,1	96,773

Hasil perhitungan kebisingan dari data penelitian di dapatkan SPL tertinggi pada perhitungan yaitu 140,13 dB dan di dapatkan ΔL_A terkecil. Artinya, dari perhitungan diatas dapat diketahui semakin kecil ΔL_A maka dBA semakin mendekati SPL.

Tabel 5 Data hasil pehitungan pesawat 4

Second	f	98,262(log f)	-19,509(log f) ²	0,975(log f) ³	ΔL_A	dBA	SPL
1	2621,7	323,41	-211,34	34,76	1,31	98,1	96,79
2	2765,2	336,87	-229,29	39,29	1,34	98,7	97,364
3	2715,3	337,27	-229,84	39,43	1,33	99,3	97,969
4	2775,1	337,66	-230,37	39,56	1,33	99,2	97,874
5	2759,6	338,03	-230,87	39,69	1,32	100,5	99,179
6	2862,9	338,17	-231,06	39,74	1,32	101,4	100,08
7	2890	340,07	-233,68	40,42	1,29	103,7	102,41
8	2994,6	341,59	-235,76	40,96	1,26	104,6	103,34
9	3045,2	342,31	-236,75	41,22	1,24	106,9	105,66
10	3296,1	345,69	-241,45	42,45	1,16	108,9	107,74
11	4115,9	355,16	-254,87	46,04	0,80	113,2	112,4
12	4422,4	358,23	-259,29	47,24	0,65	116,8	116,15
13	5771	369,59	-275,99	51,88	-0,05	121,4	121,45
14	6135,7	372,20	-279,91	52,99	-0,25	125,4	125,65
15	7581,2	381,23	-293,66	56,94	-1,01	129,6	130,61

Second	f	98,262(log f)	-19,509(log f) ²	0,975(log f) ³	ΔL_A	dBA	SPL
16	7834,1	382,63	-295,82	57,57	-1,15	137	138,15
17	7631,2	381,51	-294,09	57,07	-1,04	131,2	132,24
18	7324,1	379,76	-291,39	56,28	-0,88	128,7	129,58
19	6870,3	377,03	-287,22	55,08	-0,64	124,1	124,74
20	6347,8	373,65	-282,10	53,61	-0,36	121,5	121,86
21	5321,9	366,13	-270,85	50,44	0,19	115,5	115,31
22	5237,8	365,45	-269,85	50,16	0,23	113,2	112,97
23	4897,9	362,59	-265,64	48,99	0,41	110	109,59
24	4213,6	356,17	-256,31	46,43	0,76	108,6	107,84
25	3567,2	349,06	-246,18	43,71	1,05	107,6	106,55
26	2871,2	339,80	-233,29	40,32	1,29	100,5	99,206
27	2721,9	337,52	-230,17	39,51	1,33	99,7	98,372
28	2653,7	336,43	-228,70	39,13	1,34	99,3	97,959
29	2600,3	335,57	-227,52	38,83	1,35	98,6	97,251
30	2257,9	329,54	-219,42	36,78	1,37	97,6	96,233

Hasil perhitungan kebisingan dari data penelitian di dapatkan SPL tertinggi pada perhitungan yaitu 138,15 dB dan di dapatkan ΔL_A terkecil. Artinya, dari perhitungan diatas dapat diketahui semakin kecil ΔL_A maka dBA semakin mendekati SPL.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa dari hasil penelitian:

1. Kebisingan dalam dBA dapat diukur menggunakan alat *sound level meter*, sedangkan frekuensi dapat diukur dengan *smartphone* yang terinstall aplikasi dB meter. Hasil pengukuran dBA dan frekuensi digunakan untuk menghitung ΔL_A sehingga *sound pressure level* dapat diketahui.
2. Frekuensi terukur pada aktivitas *take off* pesawat A320 di bandara Halim Perdana Kusuma mencapai puncaknya pada 7991,2 Hz, pada saat kebisingan mencapai titik tertinggi yang di dapat oleh Aircraft
3. Semakin tinggi frekuensi maka ΔL_A semakin kecil, artinya dBA semakin mendekati *sound pressure level*. Pada pesawat 1, dBA sebesar 135 dB dan SPL 136,08 dB pada frekuensi 7716 Hz. Pada pesawat 2, dBA sebesar 137,08 dan SPL 139,01 pada frekuensi 7953,5 Hz.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis ucapkan Kepada Allah Subhanahu waTa'alla atas Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Penulis dapat menyelesaikan penelitian ini berkat didukung, bantuan serta bimbingan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nasution, M., 2019, Ambang Batas Kebisingan Lingkungan Kerja Agar Tetap Sehat Dan Semangat Dalam Bekerja, Buletin Utama Teknik No. 1, Vol. 15, 87-88, Universitas Islam Sumatera Utara.
- [2] Kubina, Richard M.; Lin, Fan-Yu (2008). "Defining frequency: A natural scientific term". *The Behavior Analyst Today*.
- [3] Sitanggang, M., 2012, Penelitian Waktu Lepas Landas Terhadap Prediksi Berat Pesawat, Jurnal Teknologi Aerodinamika, Vol. 2, No. 14, hal 405- 413
- [4] Syamsuar, S., 2015, Metode Short Takeoff Landing (Studi Kasus Prestasi Terbang Takeoff-Landing Pesawat Udara Turbo Prop CN235), Jurnal Perhubungan Udara, Vol. 41, No. 2, hal. 49-58
- [5] G.J.J. Rujigrok., 1993, *Elements Of Aviations Acoustic*, Delft University Press.
- [6] Mahbubiyah, A.E, 2011, Analisis Kebisingan Pesawat Terbang di Kawasan Sekitar Bandara, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah
- [7] Nasution, M., 2019, Ambang Batas Kebisingan Lingkungan Kerja Agar Tetap Sehat Dan Semangat

- Dalam Bekerja, Buletin Utama Teknik No. 1, Vol. 15, 87- 88, Universitas Islam Sumatera Utara
- [8] Hanifa, R.L Dan Suwandi T, 2018, Hubungan Antara Intensitas Kebisingan dan Karakteristik Individu Dengan Gangguan Pendengaran pada Pekerja di Madiun, JPH RECODE, Universitas Airlangga
- [9] Tuwaidan, Y.A., Poekoel C.V Dan Mamahit, D.J, 2015, Rancang Bangun Alat Ukur Desibel (dB) Meter Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3, *E-journal Teknik Elektro dan Komputer*, Universitas Sam Ratulangi Manado
- [10] Primanda, F. B. (2012). Pemetaan Kebisingan Akibat Pesawat Dengan Software Integrated Noise Model (INM) Di Sekitar Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta. In *Ps Teknik Lingkungan UI*. Depok (pp. 1–155)
- [11] Costantien, I.Y.G, Arie, S.M.L, Brave, A.S., 2019, Kolaborasi Aplikasi Android dengan Sensor MQ-135 Melahirkan Detektor Polutan Udara, *Jurnal Teknik Teknik Informatika*, Vol 14, No.1
- [12] Fauzi, M, Irianto, Mabui, Didik, S.S., 2020, Pengukuran Tingkat Kebisingan Akibat Aktifitas Pesawat Di Bandar Udara Sentani Jayapura, *Jurnal Teknik*, No. 2, Vol. 13, 60-69, Universitas Yapis Papua