

MODEL SOSIAL SPASIAL DAMPAK KEBISINGAN LINGKUNGAN DI SEKITAR BANDARA: STUDI KASUS BANDARA HALIM PERDANAKUSUMA, JAKARTA

(SOCIO SPATIAL MODELLING OF ENVIRONMENTAL NOISE IMPACT AT THE AIRPORT'S VICINITY: CASE STUDY HALIM PERDANAKUSUMA AIRPORT, JAKARTA)

Bagus Ferry Agrayanto¹, Haryoto Kusnoputranto², Suyud Warno Utomo²

¹ Sekolah Ilmu Lingkungan Universitas Indonesia

² Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia

Jl. Salemba Raya No.4, Kampus UI Salemba, Jakarta Pusat 10430

E-mail: bagusferryth43@gmail.com

Diterima: 6 Maret 2020; Direvisi: 30 Maret 2020; Disetujui untuk Dipublikasikan: 30 April 2020

ABSTRAK

Komersialisasi Bandar Udara (Bandara) Halim Perdanakusuma (HLP) sejak tahun 2014 menyebabkan eksternalitas negatif yang tidak terhindarkan yaitu paparan kebisingan pesawat terbang. Kebisingan pesawat terbang akan berdampak terhadap menurunnya kualitas kesehatan. Dalam rangka pengendalian kebisingan pesawat terbang diperlukan model sosial-spasial dampak kebisingan pesawat terbang. Permodelan sosial-spasial yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui tingkat kebisingan lingkungan, dan menentukan batas kawasan kebisingan Bandara HLP berbasis indeks WECPNL (*Weighted Equivalent Continuous Perceived Noise Level*) pada radius 300 – 600 m. Ruang lingkup tambahan dari permodelan sosial-spasial yaitu kategorisasi risiko kebisingan lingkungan, dan sosial ekonomi berbasis perhitungan mean hipotetik dari masyarakat yang tinggal tepat di jalur LTO (*Landing Take-Off*) pesawat terbang. Hasil permodelan menunjukkan tingkat kebisingan lingkungan di permukiman masyarakat sekitar Bandara HLP (67.01 – 70.19 dBA) tidak memenuhi baku tingkat kebisingan untuk kawasan permukiman sesuai Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996 yaitu 55 dB(A). Secara spasial, hasil permodelan menunjukkan batas aman kebisingan pesawat terbang Bandara HLP terletak pada jarak 600 m dari ujung *runway* 06 HLP, sehingga dapat diperuntukkan sebagai kawasan permukiman ideal di sekitar Bandara HLP (WECPNL=73,80). Hasil permodelan batas kawasan kebisingan Bandara HLP selanjutnya digunakan untuk menganalisis kesesuaiannya dengan rencana tata ruang. Hasil kategorisasi menunjukkan aspek persepsi risiko mayoritas responden mulai dari kebisingan lingkungan sampai dengan sosial ekonomi termasuk kategori sedang, hal ini menunjukkan bahwa terdapat pertukaran yang dapat ditoleransi dengan risiko bertempat tinggal di sekitar Bandara HLP. Berdasarkan uji korelasi statistik Kendall's Tau-b diketahui waktu domisili dan tingkat pendidikan responden tidak berpengaruh terhadap persepsi risiko kebisingan lingkungan.

Kata kunci: Model kebisingan, kebisingan pesawat terbang, kesehatan masyarakat, risiko, persepsi

ABSTRACT

The commercialization of Halim Perdanakusuma Airport (HLP) since 2014 has caused an inevitable negative externality which is aircraft noise exposure. The impact of aircraft noise will lead to a decrease in the quality of public health. Socio-spatial modeling of aircraft noise impact is needed to manage aircraft noise. The social-spatial modeling aims to determine the level of environmental noise, and determine HLP Airport's noise mapping based on the index of WECPNL (Weighted Equivalent Continuous Perceived Noise Level) at a radius of 300–600 m. Additional scope of the socio-spatial modeling is the risk categorization of environmental noise, and socio-economic based on hypothetical mean calculation from the residents who live right on the aircraft's LTO (Landing Take-Off) path. The modeling results indicate the environmental noise level in community settlements at HLP Airport's vicinity (67.01– 70.19 dBA) does not meet the noise level standard for residential areas according to the Minister of Environment Decree No. 48/1996 which is 55 dB (A). in spatially, the modeling results in the noise aircraft safe zone from HLP Airport which located at a distance of 600 m from the end of the HLP 06 runway so that it can be designated as an ideal settlement area at the HLP Airport's vicinity (WECPNL = 73.80). The modeling results which is the HLP Airport's noise mapping zone are then used to analyze its suitability with the spatial plan. The risk categorization results in the risk perception aspects of the most respondents ranging from environmental noise to the socioeconomic category are included in the moderate category, this result shows that there is a tolerable trade-off with the risk of living around the HLP Airport. Based on Kendall's Tau-b statistical correlation test, the domicile time and education level of the respondents did not affect environmental noise risk perception.

Keywords: Noise modeling, aircraft noise, public health, perception, risk

PENDAHULUAN

Kebisingan menjadi sebuah eksternalitas dan permasalahan lingkungan utama yang ditimbulkan dari operasional dan keberadaan bandara. Kebisingan pesawat terbang menjadi salah satu faktor penghambat dalam kegiatan pembangunan, pengembangan, dan ekspansi bandara. Perkembangan urbanisasi perkotaan yang cepat mendorong pergeseran wilayah permukiman semakin mendekati bandara. Kegiatan peningkatan kapasitas dan operasional bandara di masa depan tidak dapat dihindari, hal tersebut sejalan dengan kebutuhan yang semakin meningkat terhadap transportasi udara sebagai sebuah solusi moda transportasi dengan daya mobilitas tinggi.

Menurut data ICAO (2007) permintaan dan kebutuhan terhadap transportasi udara diproyeksikan akan mengalami peningkatan 4,5 — 5% per tahun dalam 20 tahun mendatang. Data statistik transportasi udara menunjukkan bahwa lalu lintas pesawat terbang di Indonesia mengalami kenaikan 5,34% per tahun selama periode tahun 2014—2018 (BPS, 2019). Lalu lintas pesawat terbang Indonesia didominasi oleh aktivitas penerbangan domestik yang telah mencapai angka 2 juta pergerakan pesawat pada tahun 2018, dan mayoritas kegiatan penerbangan tersebut sebesar 20% baik penerbangan domestik dan internasional diberangkatkan dari Bandara Soekarno Hatta (BPS, 2019). Kondisi tersebut berdampak terhadap Bandara Soekarno Hatta (CGK) yang dinilai telah melebihi kapasitas operasionalnya serta menimbulkan kesulitan pengaturan jadwal penerbangan. Kondisi tersebut menyebabkan pengoperasian kembali Bandara Halim Perdanakusuma (HLP) sebagai bandara komersial per tahun 2014 (Menteri Perhubungan, 2003).

Komersialisasi Bandara HLP berpotensi memberikan dampak negatif yang tidak dapat dihindari yaitu paparan kebisingan pesawat terbang yang berasal dari meningkatnya pergerakan pesawat terbang. Kebisingan pesawat terbang akan berdampak pada terganggunya kenyamanan, dan akan selalu menjadi penyebab keluhan utama masyarakat yang berada di permukiman sekitar bandara (Xie et al., 2014). Faktor yang berpengaruh terhadap intensitas dampak kebisingan pesawat terbang yaitu tipe pesawat terbang, frekuensi lalu lintas penerbangan, prosedur operasional, waktu siang atau malam hari, meteorologi (kondisi cuaca, faktor arah dan kecepatan angin), penggunaan lahan di sekitar bandara, tipe bangunan di sekitar bandara, jarak dari bandara, kebisingan lingkungan sekitar, dan sikap masyarakat sekitar (Carlsson et al., 2004). Paparan kebisingan dengan intensitas yang tinggi dalam jangka panjang dapat menimbulkan gangguan pada fungsi pendengaran (Hernayati et al., 2018; Xie et al., 2014), dan dampak non-auditori yang

mempengaruhi kapasitas fisiologis seperti peningkatan detak jantung, tekanan darah, risiko penyakit jantung, gangguan kardiovaskular, serta prevalensi hipertensi (Hernayati et al., 2018; Black, Black, Issarayangyun, & Samuels, 2007; Yankaskas, 2013).

Sisi lain keberadaan bandara yang harus dipertimbangkan yaitu dampak sosial ekonomi terhadap masyarakat di sekitarnya. Riset terdahulu menunjukkan bahwa dampak sosial ekonomi dari keberadaan bandara yaitu peningkatan populasi masyarakat di sekitar bandara (Tveter, 2017), peningkatan penghasilan (Percoco, 2010; Hakfoort et al., 2001), pertumbuhan ekonomi (Li & Loo, 2016; Tveter, 2017), pusat keramaian atau kepadatan (Hakfoort et al., 2001), peningkatan lapangan pekerjaan (Tveter, 2017; Li & Loo, 2016; Cidell, 2015; Appold & Kasarda, 2013; Hakfoort et al., 2001), penurunan kualitas hidup (Halpern & Bråthen, 2011; Sahrir et al., 2014), penurunan harga properti permukiman (Trojanek et al., 2017), kemacetan lalu lintas (Li & Loo, 2016; Tsui et al., 2019), penolakan publik (Zimmermann et al., 2018), alih fungsi lahan (Rahayu et al., 2016), perkembangan regional (Tveter, 2017; Halpern & Bråthen, 2011; Percoco, 2010), dan retensi penduduk di permukiman sekitar bandara (Halpern & Bråthen, 2011).

Komersialisasi Bandara HLP berdampak positif bagi masyarakat di sekitar bandara, hal ini sejalan dengan riset Febriani (2017) yang menunjukkan bahwa responden yang bertempat tinggal pada radius ± 1 Km dari pagar batas Bandara HLP menyatakan komersialisasi Bandara HLP berdampak positif terhadap akses penerbangan semakin mudah yang disebabkan oleh biaya transportasi menuju Bandara HLP yang terjangkau, fasilitas umum semakin baik, peningkatan harga tanah, dan hanya 3% responden yang menyatakan lapangan pekerjaan bertambah. Dampak sosial lainnya berdasarkan riset Febriani (2017) yaitu sejak komersialisasi Bandara HLP sebanyak 56% responden mengalami gangguan berkomunikasi yang mengharuskan responden berhenti sejenak saat sedang berbicara atau berbicara lebih keras pada saat pesawat terbang melintas, dan terganggunya kekhusyukan saat melakukan aktivitas ibadah shalat berjamaah di masjid.

Permasalahan utama riset ini yaitu kondisi unik Bandara HLP yang telah berdiri serta beroperasi lebih dahulu dibandingkan permukiman masyarakat sekitar. Sejarah awal penggunaan lahan di sekitar Bandara HLP pada tahun 1974 didominasi oleh rawa dan area hijau (Febriani, 2017). Komersialisasi Bandara HLP tanpa dilengkapi dengan kajian batas kawasan kebisingan berpotensi menghambat akses informasi spasial masyarakat di permukiman sekitar bandara. Berbagai rencana aksi pengendalian dampak kebisingan bandara seringkali dilakukan tanpa mempertimbangkan manajemen risiko berbasis spasial, dan

mengabaikan faktor penting lainnya yaitu persepsi risiko masyarakat yang bertempat tinggal di sekitar bandara. Masyarakat yang bertempat tinggal tepat di jalur LTO (*Landing Take-Off*) pesawat terbang mengalami lebih banyak gangguan, serta berpotensi menerima dampak serius dari paparan kebisingan pesawat terbang (Alkaabi, 2017).

METODE

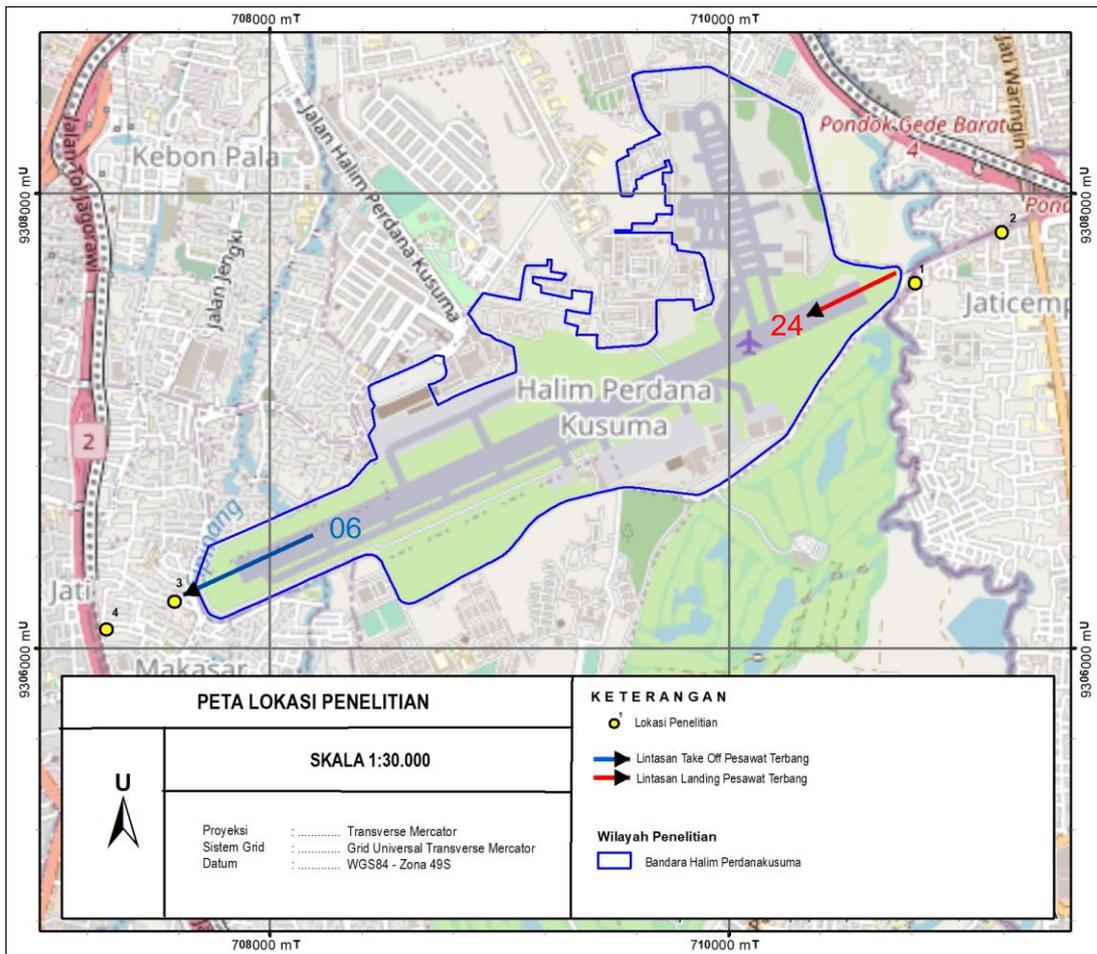
Pendekatan riset ini adalah kuantitatif dengan menggunakan metode campuran (kuantitatif dan kualitatif). Riset ini menggunakan desain *cross sectional* yang dilakukan selama sepuluh bulan (Maret 2019—November 2019). Penentuan titik lokasi riset dilakukan secara *purposive sampling* yang berfokus kepada permukiman masyarakat yang berada tepat di jalur LTO pesawat terbang Bandara HLP dengan radius 300—600 m dari kedua ujung *runway* Bandara HLP yaitu *runway* 24 dan *runway* 06. Tingkatan jarak tersebut telah sesuai dengan yang direkomendasikan ICAO (2007) pada Annex 16 Volume 1 sehingga terdapat 4 titik kritis pengukuran kebisingan (**Tabel 1**).

Pengukuran kebisingan dilakukan selama 16 jam sesuai jam operasional Bandara HLP (pukul

05.00—21.00 WIB) dengan interval pengukuran kebisingan setiap 2 jam (L1—L8). Pengukuran kebisingan hanya dilakukan pada Hari Sabtu dengan asumsi kondisi pergerakan pesawat di Bandara HLP yang tidak terlalu padat. Waktu pengukuran kebisingan tidak dilakukan secara bersamaan untuk 4 titik pengukuran (**Tabel 1**). Lokasi Bandara HLP dan sebaran titik pengukuran kebisingan secara spasial tersaji pada **Gambar 1**.

Tabel 1. Sebaran titik kritis pengukuran kebisingan

Titik Ukur	Jarak dari Ujung Runway Bandara HLP	Waktu Pengukuran	Lokasi
1.	300 m	Minggu ke-1 (30 Maret 2019)	Kelurahan Jaticempaka (Sisi Timur Runway 24 HLP)
2.	600 m	Minggu ke-1 (30 Maret 2019)	Kelurahan Jaticempaka (Sisi Timur Runway 24 HLP)
3.	300 m	Minggu ke-2 (6 April 2019)	Kelurahan Makasar (Sisi Barat Runway 06 HLP)
4.	600 m	Minggu ke-2 (6 April 2019)	Kelurahan Makasar (Sisi Barat Runway 06 HLP)



Gambar 1. Lokasi riset dan titik pengukuran kebisingan.

Penetapan sampel masyarakat di sekitar Bandara HLP ditetapkan menggunakan metode *purposive sampling*, dan selanjutnya sampel ditetapkan dengan formula Slovin (Ajay & Micah, 2014). Adapun kriteria *purposive sampling* yang digunakan yaitu penduduk tetap dengan usia minimal 17 tahun, bertempat tinggal di sekitar Bandara HLP minimal 5 tahun, status rumah tinggal pribadi, dan satu responden mewakili satu rumah tinggal. Total jumlah responden riset ini adalah 198 responden dengan *error tolerance* sebesar 5% untuk mendapatkan hasil riset yang lebih akurat (Tabel 2).

Tabel 2. Penetapan jumlah sampel masyarakat di permukiman sekitar Bandara HLP.

No.	Kelurahan	Populasi Penduduk (orang)	Total Responden Riset (orang)
1.	Jaticempaka	70.809	102
2.	Makasar	39.618	96
Total Responden			198

Analisa data riset ini berfokus kepada empat tahapan yang meliputi evaluasi kondisi kebisingan kawasan Bandara HLP, aspek pengetahuan risiko kebisingan lingkungan, aspek persepsi risiko kebisingan lingkungan, aspek persepsi risiko sosial ekonomi, dan korelasi pola karakteristik masyarakat di permukiman sekitar Bandara HLP dengan persepsi risiko kebisingan lingkungan. Secara khusus aspek evaluasi kondisi kebisingan kawasan Bandara HLP terdiri dari tingkat kebisingan lingkungan dan batas kawasan kebisingan di permukiman masyarakat sekitar Bandara HLP.

Tingkat Kebisingan Lingkungan

Metode yang digunakan untuk mengukur tingkat kebisingan lingkungan permukiman masyarakat di sekitar Bandara HLP yaitu menggunakan *sound level meter* yang telah dikalibrasi dengan jenis soundpro nomor seri BGH010009 manufaktur oleh Quest Technologies yang mampu mengkonversi langsung hasil pengukuran kebisingan yang diperoleh menjadi *Leq* dan nilai dB(A). Rata-rata hasil pengukuran kebisingan selama 16 jam (L1-L8) selanjutnya dibandingkan dengan standar baku kebisingan untuk permukiman sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996.

Batas Kawasan Kebisingan

Metode analisa batas kawasan kebisingan di sekitar Bandara HLP ditentukan menggunakan indeks kebisingan bandara yaitu WECPNL (*Weighted Equivalent Continuous Perceived Noise Level*) sesuai rekomendasi ICAO (2008). Perhitungan WECPNL versi ICAO (2008) didasari pada nilai *Perceived Noise Level* (PNL) yang berfokus kepada jumlah pergerakan pesawat

terbang yang melintas dan tingkat kebisingan pesawat terbang yang paling tinggi dan mengganggu. Perhitungan WECPNL menggunakan data pengukuran kebisingan sesaat pesawat terbang yang melintas selama 16 jam (L1-L8) dengan mengambil nilai pengukuran tertinggi yang kemudian dikonversi menjadi intensitas kebisingan rata-rata (Rumus 1).

$$\overline{dB(A)} = 10 \log \left[\frac{10^{0,1L_1} + \dots + 10^{0,1L_n}}{N} \right] \dots \dots \dots (1)$$

di mana:

- $\overline{dB(A)}$ = intensitas kebisingan rata-rata
- L = nilai kebisingan pada saat terjadi pergerakan pesawat
- N = jumlah pesawat

Nilai intensitas kebisingan rata-rata kemudian digunakan untuk melakukan perhitungan WECPNL (Rumus 2).

$$WECPNL = \overline{dB(A)} + 10 \log N - 27 \dots \dots \dots (2)$$

di mana:

- N = Jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat dalam 1 hari
- $\overline{dB(A)}$ = Nilai desibel rata-rata dari puncak kesibukan pesawat dalam 1 hari

Batas kawasan kebisingan Bandara HLP dikategorisasikan menggunakan nilai WECPNL yang diperoleh (Menteri Perhubungan, 2002), sedangkan pemanfaatan kawasan kebisingan diatur melalui Peraturan Pemerintah Nomor 40 Tahun 2012 tentang Pembangunan dan Pelestarian Lingkungan Hidup Bandara (Tabel 3).

Tabel 3. Kategorisasi kawasan kebisingan.

Kawasan Kebisingan Tingkat	Nilai WECPNL	Pemanfaatan
1	70 ≤ WECPNL < 75	semua bangunan dan kegiatan (kecuali sekolah, dan rumah sakit)
2	75 ≤ WECPNL < 80	semua bangunan dan kegiatan (kecuali sekolah, rumah sakit, dan rumah tinggal)
3	WECPNL ≥ 80	jalur hijau, lahan pertanian (tidak mengundang burung), atau fasilitas bandar udara dengan insulasi suara

Sumber: Menteri Perhubungan (2002); Peraturan Pemerintah Nomor 40/2012)

Pengetahuan Risiko Kebisingan Lingkungan

Metode skoring digunakan untuk mengevaluasi aspek pengetahuan risiko kebisingan lingkungan masyarakat di permukiman sekitar Bandara HLP dengan nilai skor yang

berkisar antara 0–100%. Aspek pengetahuan risiko kebisingan lingkungan dikategorisasikan sesuai dengan Dharmika (2015) yaitu : (a) jawaban benar responden <56% (rendah), (b) jawaban responden benar antara 56–75% (sedang), (c) jawaban benar responden antara 76–100% (tinggi).

Persepsi Risiko Kebisingan Lingkungan, dan Sosial Ekonomi

Skala Likert digunakan untuk mengevaluasi persepsi risiko kebisingan lingkungan, dan sosial ekonomi masyarakat yang bertempat tinggal di sekitar Bandara HLP sehingga dapat terukur (Arikunto, 2002). Desain skala Likert riset ini terdiri dari 4 tingkatan yaitu: Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS). Kategorisasi persepsi risiko kebisingan lingkungan, dan sosial ekonomi menggunakan perhitungan mean hipotetik (Creswell, 2012) sebagaimana tersaji pada **Tabel 4** dan **Tabel 5**.

Tabel 4. Perhitungan mean hipotetik.

Skor maksimal	: Jumlah item valid x rentang nilai tertinggi
Skor minimal	: Jumlah item valid x rentang nilai terendah
Range	: Skor maksimal-skor minimal
Mean hipotetik	: (Skor maksimal + skor minimal)/2
Standar Deviasi (SD) hipotetik	: Range/6

Sumber: Creswell, 2012

Tabel 5. Kategorisasi persepsi dan perilaku risiko.

Kategori	Rumus
Tinggi	Mean+1 SD>X
Sedang	Mean-1 SD <X<Mean + 1 SD
Rendah	X<Mean-1 SD

Keterangan:

SD = Standar Deviasi Hipotetik X = Nilai Skoring Kuesioner

Sumber: Creswell, 2012

Korelasi Pola Karakteristik Masyarakat di Sekitar Bandara dengan Persepsi Risiko Kebisingan Lingkungan

Ruang lingkup pola karakteristik masyarakat di permukiman sekitar Bandara HLP yang dianalisis meliputi waktu domisili dan tingkat pendidikan. Uji korelasi digunakan untuk melihat arah dan kekuatan dari hubungan antara dua variabel. Uji statistik Kendall's Tau-b digunakan untuk mengetahui korelasi antara waktu domisili dan persepsi risiko kebisingan lingkungan, serta antara tingkat pendidikan dan persepsi risiko kebisingan lingkungan. Uji Kolmogorov-Smirnov digunakan sebagai uji normalitas pada riset ini (data normal dengan nilai Sig.(p-value) > 0,05).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan diawali dengan menunjukkan data karakteristik Bandara HLP dan masyarakat di permukiman sekitar Bandara HLP,

serta dampak gangguan utama yang dirasakan masyarakat akibat kebisingan pesawat terbang. Secara geografis letak Bandara HLP berada pada koordinat antara 6°16'07" LS dan 106°53'30" BT dengan ketinggian 237–252 meter di atas permukaan laut (mdpl). Bandara HLP terletak 12 km dari pusat kota DKI Jakarta serta berbatasan langsung pada sisi utara, barat, dan selatan dengan Kecamatan Makasar (Jakarta Timur), sedangkan pada sisi timur berbatasan dengan Kecamatan Pondok Gede (Bekasi). Bandara HLP yang dikomersialisasikan kembali pada tahun 2014 memiliki karakteristik sebagaimana tersaji pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Karakteristik Bandara HLP

Informasi	Keterangan
Tahun mulai dioperasikan	1974
Runways	1 runways, panjang ± 3 km (ukuran 3000 m x 45 m)
Apron	2 apron, utara dan selatan
Taxiways	5 taxiways (A,B,C,G,H)
Bangunan terminal utama	2 tingkat, luas bangunan 19.917 m ²
Check in hall	1.008 m ² , kapasitas 504 penumpang
Boarding lounge domestic	448 m ² , kapasitas 224 penumpang
Arrival hall	700 m ² , kapasitas 350 penumpang
Rata-rata pergerakan pesawat (maksimum)	194 trip/hari (landing dan take-off)
Jumlah pergerakan pesawat tahun 2013	32.203 trip
Jumlah pergerakan pesawat tahun 2018	66.780 trip (kenaikan 2 kali lipat dari tahun 2013)

Sumber: PT. Angkasa Pura II (Persero) Cabang Bandara HLP, 2019

Tabel 7 menunjukkan secara lengkap karakteristik responden pada riset ini, dan diketahui informasi penting bahwa mayoritas responden (44%) telah berdomisili tepat di jalur LTO pesawat terbang Bandara HLP selama 11–30 tahun, mayoritas responden (43%) menghabiskan waktu di lingkungan tinggal > 18 jam, dan mayoritas responden (88%) menyatakan tidak memiliki riwayat gangguan pendengaran dalam 1 tahun terakhir.

Tabel 7. Karakteristik responden riset.

Kategori	Jumlah Responden	Persentase
1. Jenis Kelamin		
Laki-laki	145	73%
Perempuan	53	27%
2. Usia Responden		
≤ 20 tahun	3	2%
21–30 tahun	11	6%
31–40 tahun	38	19%
41–50 tahun	65	33%
51–60 tahun	61	31%
61–70 tahun	16	8%
> 70 tahun	4	2%
3. Waktu Domisili Responden		

Kategori	Jumlah Responden	Persentase
5–10 tahun	20	10%
11–30 tahun	88	44%
31–50 tahun	79	40%
> 50 tahun	11	6%
4. Tingkat Pendidikan Responden		
≤ SD / Sederajat	20	10%
SMP / Sederajat	18	9%
SMA / Sederajat	104	53%
Perguruan Tinggi	56	28%
5. Jenis Pekerjaan Responden		
Tidak Bekerja	35	18%
Pensiunan	18	9%
Pekerjaan Tidak Tetap	43	22%
Pekerjaan Tetap	74	37%
Pemilik Usaha	28	14%
6. Penghasilan Responden		
≤ 1,9 juta Rupiah	60	30%
1,9-2,9 juta Rupiah	34	17%
2,9-3,9 juta Rupiah	35	18%
> 3,9 juta Rupiah	69	35%
7. Waktu Berada di Rumah atau Lingkungan Tinggal		
1–6 jam	3	2%
7–12 jam	66	33%
13–18 jam	43	22%
19–24 jam	86	43%
8. Riwayat Gangguan Pendengaran dalam 1 Tahun Terakhir		
Ya	23	12%
Tidak	175	88%

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Secara umum mayoritas responden (41,41%) berpendapat bahwa risiko utama yang dapat ditimbulkan dari kebisingan pesawat terbang adalah ketulian (**Tabel 8**). Paparan kebisingan pesawat terbang secara terus menerus dapat menyebabkan berbagai efek yang merugikan terutama terhadap pendengaran (Fajersztajn *et al.*, 2019; Kwak *et al.*, 2016; WHO Regional Office for Europe, 2011).

Tabel 8. Distribusi risiko utama kebisingan pesawat terbang versi responden.

Jenis Gangguan	Jumlah Responden	Persentase (%)
Sulit Tidur	42	21,21
Ketulian	82	41,41
Sulit Berkonsentrasi	54	21,27
Mudah Emosi	20	10,10
Total	198	100

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan hasil pengukuran kebisingan selama 16 jam (L1–L8), diperoleh rata-rata tingkat kebisingan lingkungan di permukiman masyarakat sekitar Bandara HLP berkisar antara 67,01–70,19

dB(A) (**Tabel 9**). Secara umum rata-rata tingkat kebisingan lingkungan di permukiman masyarakat sekitar Bandara HLP (Kelurahan Jaticempaka dan Kelurahan Makasar) dapat dikategorikan tidak memenuhi ambang batas kebisingan yang dipersyaratkan dengan rentang rata-rata tingkat kebisingan lingkungan yaitu 67,01–70,19 dB(A). Standar baku tingkat kebisingan untuk kawasan perumahan dan permukiman adalah 55 dB(A) (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996). Faktor kemacetan lalu lintas di sekitar lingkungan tinggal berkontribusi dan berpotensi menjadi sumber kebisingan (*background noise*) selain kebisingan pesawat terbang.

Tabel 9. Tingkat kebisingan lingkungan permukiman masyarakat di sekitar Bandara HLP.

Waktu Pengukuran	Rentang Hasil Pengukuran Kebisingan (dBA)			
	Kelurahan Jaticempaka		Kelurahan Makasar	
	Titik 1 (*)	Titik 2 (**)	Titik 3 (*)	Titik 4 (**)
L1–L8 (05.00–21.00 WIB)	64,2–73,6		61,4–83,3	
Rata-Rata Tingkat Kebisingan Lingkungan (dBA)	69,03	68,51	70,19	67,01

Keterangan: (*) = berjarak 300 m dari runway HLP, (**) = berjarak 600 m dari runway HLP

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Tingkat kebisingan lingkungan di Kelurahan Jaticempaka berkisar antara 64,2–73,6 dB(A) dan di Kelurahan Makasar berkisar antara 61,4–83,3 dB(A). Tingkat kebisingan lingkungan tertinggi di Kelurahan Jaticempaka yaitu 73,6 dB(A) pada L3 (pukul 09.00–11.00 WIB) yang berada di titik 1, sedangkan tingkat kebisingan lingkungan terendah di Kelurahan Jaticempaka yaitu 64,2 dB(A) terdapat pada L8 (pukul 19.00–21.00 WIB) yang berada di titik 2. Tingkat kebisingan lingkungan tertinggi di Kelurahan Makasar yaitu 83,3 dB(A) pada L6 (pukul 15.00–17.00 WIB) yang berada di titik 3, sedangkan tingkat kebisingan lingkungan terendah di Kelurahan Makasar yaitu 61,4 dB(A) terdapat pada L5 (pukul 13.00–15.00 WIB) yang berada di titik 4.

Lokasi permukiman masyarakat dengan jarak 300 m dari kedua ujung runway Bandara HLP, dan berada tepat pada jalur LTO pesawat terbang memiliki tingkat kebisingan lingkungan rata-rata tertinggi. Posisi terhadap jalur LTO pesawat terbang memberikan pengaruh kebisingan yang signifikan dibandingkan dengan jarak dari ujung landasan di bandara, hal tersebut sejalan dengan riset Haliza *et al.* (2018) di Bandara Penang, Malaysia yang menunjukkan bahwa lokasi yang terletak 600 m dari landasan Bandara Penang serta tidak berada tepat di bawah jalur LTO pesawat terbang memiliki tingkat kebisingan yang paling rendah yaitu 57,21 dB(A), sementara lokasi lain yang berada 1,2 Km dari Bandara Penang serta terletak tepat pada jalur LTO pesawat

terbang memiliki tingkat kebisingan tertinggi yaitu 61,66 dB(A).

Batas kawasan kebisingan Bandara HLP berbasis perhitungan WECPNL sebagai indeks kebisingan Bandara HLP dan hasil pengukuran kebisingan pesawat terbang sesaat tersaji pada **Tabel 10**. WECPNL dikategorikan menjadi tiga tingkat kawasan kebisingan yang dapat digunakan sebagai zonasi kebisingan (Menteri Perhubungan, 2002) yang bersifat informatif dan antisipatif dalam rangka pengaturan tata guna lahan di sekitar Bandara HLP (Peraturan Pemerintah Nomor 40/2012, 2012).

Tabel 10. Tingkat kebisingan pesawat terbang sesaat dan WECPNL Bandara HLP.

Waktu Pengukuran	Rentang Hasil Pengukuran Kebisingan Pesawat Terbang Sesaat (dBA)			
	Kelurahan Jaticempaka		Kelurahan Makasar	
	Titik 1 (*)	Titik 2 (**)	Titik 3 (*)	Titik 4 (**)
L1–L8 (05.00–21.00 WIB)	83,8–99,9		81,7–104	
Intensitas Kebisingan Pesawat Terbang Sesaat Rata-Rata (dBA)	82,74	80,72	84,29	78,37
WECPNL	78,34	76,32	79,72	73,80
Kategori Kawasan Kebisingan	Tingkat 2 (Tidak Ideal Sebagai Kawasan Permukiman)		Tingkat 1 (Permukiman Ideal)	
Keterangan: (*) = berjarak 300 m dari runway HLP, (**)= berjarak 600 m dari runway HLP				

Sumber: Hasil Analisis, 2019

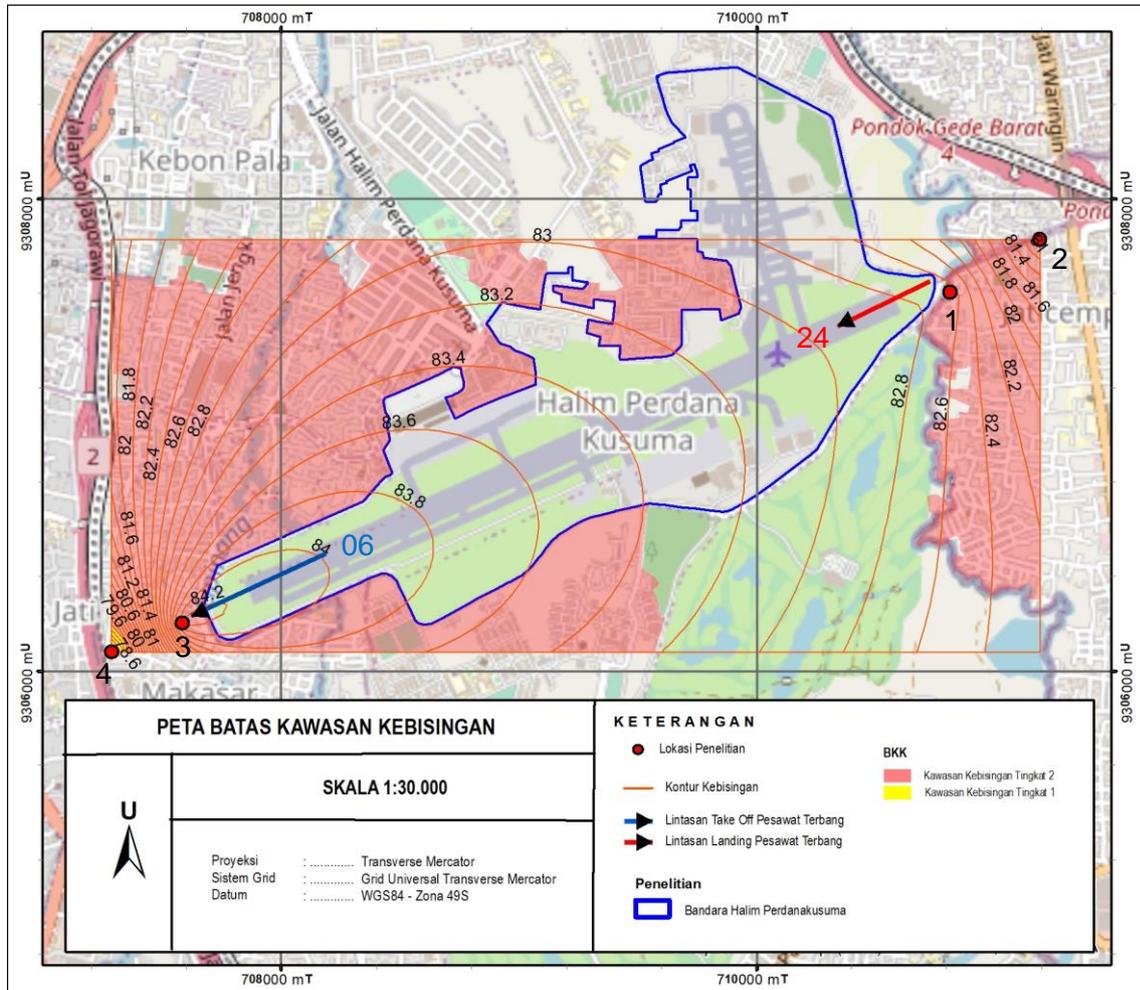
Secara umum rentang kebisingan pesawat terbang sesaat di permukiman sekitar Bandara HLP berkisar antara 81,7–104 dB(A). Tingkat kebisingan pesawat terbang sesaat tertinggi terdapat pada titik 1 (99,9 dBA) dan titik 3 (104 dBA) yang berada pada jarak 300 m dari ujung runway Bandara HLP. Rentang intensitas kebisingan pesawat terbang sesaat rata-rata di permukiman sekitar Bandara HLP berkisar antara 78,37–84,29 dB(A) dan nilai WECPNL yang berkisar antara 73,80–79,72. Faktor yang mempengaruhi nilai WECPNL adalah nilai dB(A) dari pergerakan pesawat terbang sesaat dan jumlah pergerakan pesawat terbang harian. Nilai dB(A) dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: posisi ketinggian pesawat terbang, jenis pesawat terbang, dan jenis mesin pesawat terbang.

Mayoritas kawasan permukiman di sekitar Bandara HLP (titik 1, titik 2, dan titik 3) termasuk ke dalam kawasan kebisingan tingkat 2 yang tidak ideal digunakan sebagai rumah tinggal. Kawasan kebisingan tingkat 2 diperuntukkan untuk segala jenis bangunan dan kegiatan, kecuali gedung sekolah, rumah tinggal, dan rumah sakit. Hasil riset menunjukkan bahwa batas aman paparan kebisingan pesawat terbang dari kegiatan

operasional Bandara HLP terletak pada radius 600 m dari ujung runway 06 Bandara HLP, dengan demikian kawasan yang ideal dan memenuhi persyaratan sebagai kawasan permukiman di sekitar Bandara HLP berada di Kelurahan Makasar (titik 4). Kondisi yang menarik dari hasil riset ini adalah Kelurahan Makasar (titik 4) berada tepat pada lintasan *take-off* pesawat terbang yang seharusnya berpotensi tinggi terdampak paparan kebisingan dari putaran mesin (*engine power*) pesawat terbang saat *take-off*. Kondisi tersebut disebabkan oleh posisi vertikal pesawat terbang yang sudah tinggi dan mulai naik menuju ke *cruising altitude* (ketinggian jelajah) pada saat melewati titik 4 sehingga mengurangi paparan kebisingan pesawat terbang. Prosedur keamanan dan keselamatan pesawat terbang mewajibkan untuk memberikan jarak aman sebelum mencapai ujung runway saat *take-off*.

Kondisi yang menarik juga terdapat di Kelurahan Jaticempaka (titik 1 dan titik 2), meskipun terletak di jalur *landing* pesawat terbang, dan didukung dengan kondisi putaran mesin pesawat terbang yang rendah saat *landing* tidak berarti tingkat kebisingan pesawat terbang sesaat yang diterima akan lebih rendah (**Tabel 10**). Berdasarkan hasil observasi riset diketahui saat pesawat terbang melakukan pendekatan pendaratan (*landing approach*), posisi vertikal pesawat terbang berada sangat dekat dengan bangunan masyarakat sehingga tingkat kebisingan pesawat terbang sesaat yang terukur lebih tinggi dan masyarakat berpotensi terkena paparan kebisingan pesawat terbang yang lebih tinggi.

Batas kawasan kebisingan Bandara HLP dalam radius 600 m secara spasial melalui peta kontur kebisingan dapat dilihat pada **Gambar 2**. Kawasan kebisingan tingkat 2 yang tidak ideal sebagai permukiman di sekitar Bandara HLP ditunjukkan dengan bagian berwarna merah, sedangkan kawasan kebisingan tingkat 1 yang ideal untuk permukiman di sekitar Bandara HLP ditunjukkan dengan bagian berwarna kuning. Area permukiman kritis yang perlu mendapat perhatian terletak tepat pada jalur LTO pesawat terbang Bandara HLP, hal ini ditunjukkan dengan garis kontur kebisingan pesawat terbang yang semakin rapat pada kedua ujung runway 06 dan 24 Bandara HLP. Batas kawasan kebisingan suatu bandara tentunya bukan sesuatu yang bersifat tetap, namun dinamis bergantung kepada aktivitas operasional penerbangan yang meliputi jumlah pergerakan pesawat terbang, dan jenis pesawat terbang. Peta batas kawasan kebisingan Bandara HLP berperan sebagai alat mitigasi informative bagi masyarakat di permukiman sekitar bandara serta berperan dalam rangka harmonisasi penatagunaan lahan di sekitar Bandara HLP.



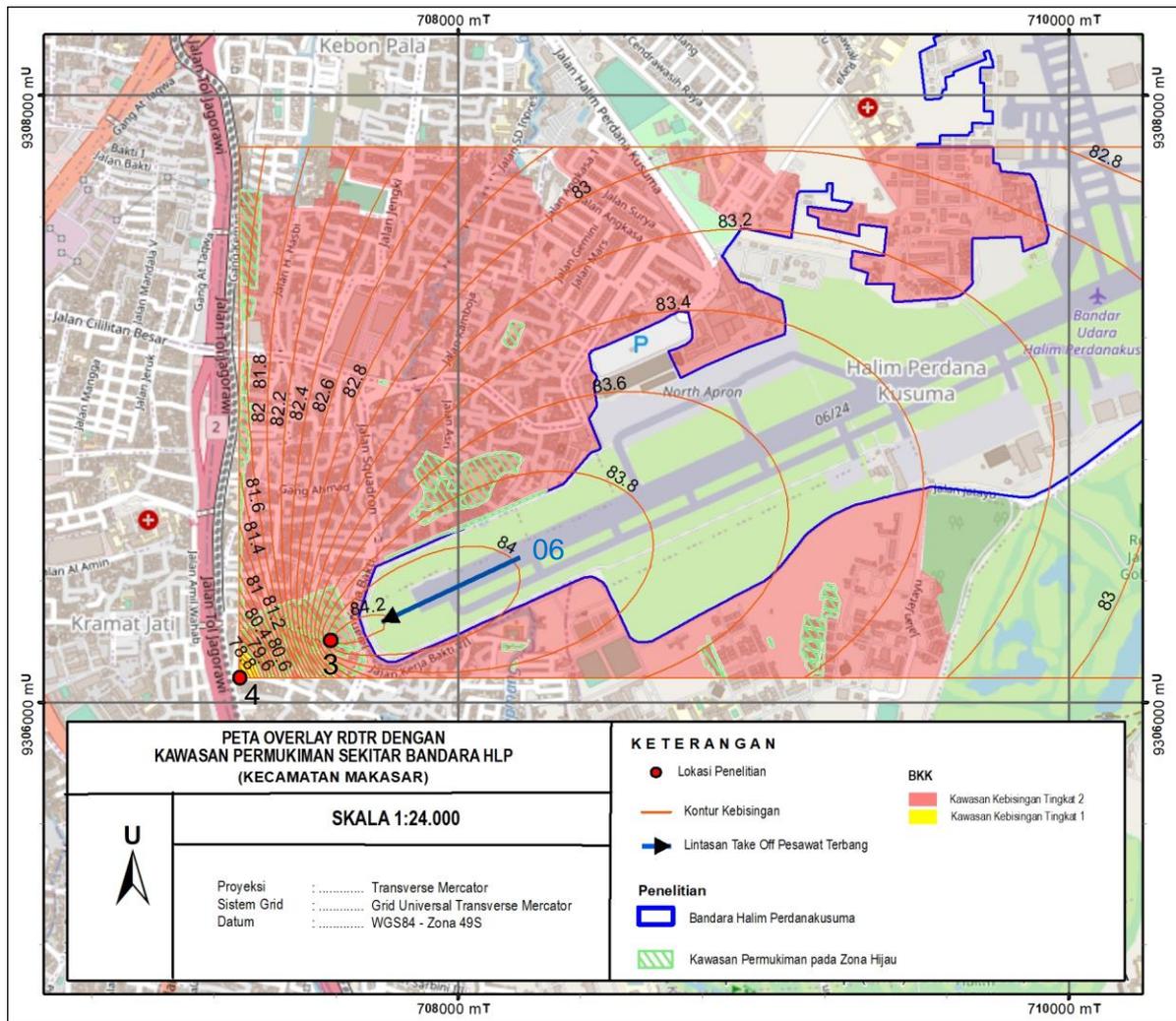
Gambar 2. Peta batas kawasan kebisingan Bandara HLP.

Analisa kesesuaian tata ruang permukiman masyarakat di sekitar Bandara HLP yaitu Kelurahan Makasar dilakukan dengan *overlay* terhadap Peta Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) dan Zonasi Kecamatan Makasar Kota Administrasi Jakarta Timur yang diatur melalui Peraturan Daerah Provinsi DKI Jakarta Nomor 1 Tahun 2014 (Gambar 3). Hasil *overlay* menunjukkan bahwa kawasan permukiman masyarakat di Kelurahan Makasar (titik 3 dan titik 4) berada pada zonasi H4 yang diperuntukkan sebagai jalur hijau dan tidak diperbolehkan dibangun sebagai kawasan permukiman (daerah arsiran hijau).

Hasil observasi riset menunjukkan bahwa kawasan permukiman masyarakat di Kelurahan Makasar (titik 3 dan titik 4) telah terbangun menjadi kawasan permukiman yang padat penduduk. Hasil observasi riset tersebut sejalan dengan data BPS Kota Jakarta Timur (2019) yang menunjukkan kepadatan penduduk di Kelurahan Makasar mencapai 25.975 jiwa/Km² dengan rata-rata laju perkembangan penduduk tiga tahun terakhir (2016–2018) yaitu 2,95%.

Riset ini menunjukkan hasil yang menarik bahwa permukiman masyarakat di Kelurahan Makasar (titik 3 dan titik 4) tidak sesuai dengan peruntukkan kawasan yang diatur oleh Peraturan Daerah Provinsi DKI Jakarta Nomor 1 Tahun 2014, meskipun hasil riset menunjukkan bahwa titik 4 termasuk kawasan kebisingan tingkat 1.

Perubahan zona hijau (H4) menjadi kawasan permukiman padat penduduk perlu mendapatkan perhatian dari Pemerintah Provinsi DKI Jakarta dalam rangka pengaturan tata ruang di sekitar Bandara HLP. Riset Trojanek & Huderek-Glapska (2018) menunjukkan bahwa pengaturan tata guna lahan di sekitar bandara yang tidak kompatibel dan sesuai peruntukkannya menjadi faktor yang berkontribusi menghambat perkembangan bandara. Koordinasi yang kurang antara instansi yang berwenang dan otoritas bandara dalam rangka pengaturan tata guna lahan di sekitar bandara menjadi faktor lain yang berkontribusi terhadap peningkatan jumlah orang yang mengalami efek negatif kebisingan pesawat terbang (Trojanek & Huderek-Glapska, 2018).



Sumber: Peraturan Daerah Provinsi DKI Jakarta Nomor 1 Tahun 2014
Gambar 3. Peta overlay Kelurahan Makasar dengan RDTR tahun 2014.

Kawasan permukiman masyarakat di sekitar Bandara HLP yang berikutnya yaitu Kelurahan Jaticempaka (titik 1 dan titik 2) telah sesuai dengan peruntukkan tata ruang. Analisa kesesuaian tata ruang dilakukan dengan verifikasi singkat terhadap Peta RDTR Kota Bekasi periode 2015–2035 (Peraturan Daerah Kota Bekasi Nomor 5 Tahun 2016). Hasil verifikasi menunjukkan bahwa permukiman masyarakat di Kelurahan Jaticempaka (titik 1 dan titik 2) berada pada kawasan yang diperuntukkan sebagai permukiman dengan kepadatan tinggi atau zonasi R2. Namun demikian, kesesuaian tata ruang tersebut tidak menyebabkan permasalahan selesai, hasil riset menunjukkan bahwa Kelurahan Jaticempaka (titik 1 dan titik 2) terletak pada kawasan kebisingan tingkat 2 yang tidak ideal sebagai kawasan permukiman.

Penyusunan kembali RDTR Kota Bekasi menjadi masukan kritis bagi Pemerintah Kota Bekasi terutama untuk wilayah Kelurahan Jaticempaka dengan mempertimbangkan faktor batas kawasan kebisingan Bandara HLP. Kebisingan pesawat terbang akan selalu menjadi produk samping yang tidak diinginkan dari kegiatan operasional bandara, dan memberikan

dampak terhadap penduduk yang tinggal di sekitar bandara (Trojanek et al., 2017).

RDTR Kota Bekasi yang telah disusun sebelumnya menjadi tidak komprehensif karena hanya mempertimbangkan faktor Kawasan Keselamatan Operasional Penerbangan (KKOP) untuk Kelurahan Jaticempaka yang padat penduduk, KKOP tentu saja tidak cukup karena tujuan utamanya mengatur ketinggian bangunan di sekitar Bandara HLP. Perencanaan tata guna lahan di sekitar bandara yang tidak kompatibel akan menyebabkan efek jangka panjang yaitu terjadi peningkatan beban biaya kompensasi yang harus dibayarkan terhadap masyarakat yang terkena dampak kebisingan pesawat terbang (Trojanek & Huderek-Glapska, 2018).

Data BPS Kota Bekasi (2019) menunjukkan Kelurahan Jaticempaka adalah permukiman padat penduduk yang mencapai 24.232 jiwa/Km². Perkembangan penduduk di Kelurahan Jaticempaka dalam waktu lima tahun terakhir (tahun 2014–2018) mengalami peningkatan yang pesat dengan rata-rata peningkatan per tahun mencapai 2,79% (BPS Kota Bekasi, 2019). **Tabel 11** menunjukkan distribusi tingkat pengetahuan risiko kebisingan lingkungan masyarakat di

permukiman sekitar Bandara HLP. Mayoritas responden (39,39%) telah memiliki pengetahuan risiko kebisingan lingkungan yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas responden telah memiliki pengetahuan yang sangat baik terhadap risiko kebisingan di lingkungan tinggalnya.

Tabel 11. Distribusi frekuensi skala pengetahuan risiko kebisingan lingkungan.

Kategori	Jumlah Warga	Persentase (%)
Rendah	63	31,82
Sedang	57	28,79
Tinggi	78	39,39
Total	198	100

Mayoritas responden (82,83%) memiliki tingkat persepsi risiko terhadap kebisingan lingkungan dengan kategori sedang (**Tabel 12**). Kategori sedang berarti secara umum responden telah memiliki pandangan pada skala menengah terkait risiko kebisingan pesawat terbang yang dihadapi (meliputi gangguan dan dampak yang disebabkan oleh kebisingan pesawat terbang, upaya mengurangi kebisingan pesawat terbang, dan sosialisasi terkait kebisingan pesawat terbang). Semakin bertambahnya waktu domisili di permukiman sekitar bandara tidak menutup kemungkinan akan menyebabkan persepsi risiko kebisingan lingkungan semakin rendah, dan pada akhirnya semakin toleran terhadap kebisingan pesawat terbang.

Tabel 12. Distribusi frekuensi skala persepsi risiko kebisingan lingkungan.

Kategori	Jumlah Responden	Persentase (%)
Rendah	4	2,02
Sedang	164	82,83
Tinggi	30	15,15
Total	198	100

Tabel 13. Distribusi frekuensi skala perilaku risiko kebisingan lingkungan.

Kategori	Jumlah Warga	Persentase (%)
Rendah	167	84,34
Sedang	31	15,66
Total	198	100

Tabel 13 menunjukkan distribusi tingkat perilaku risiko kebisingan lingkungan, mayoritas responden (84,34%) memiliki perilaku risiko kebisingan lingkungan yang rendah. Hasil tersebut tidak sejalan dengan aspek pengetahuan dan persepsi risiko kebisingan lingkungan. Perilaku risiko kebisingan lingkungan mayoritas responden tersebut dapat disebabkan oleh faktor keterpaksaan, dan keterbatasan pilihan tempat tinggal, atau bahkan sudah beradaptasi dengan kondisi kebisingan pesawat terbang di lingkungan tinggal.

Persepsi risiko sosial yang dijadikan variabel terukur dalam riset ini adalah gangguan kebisingan pesawat terbang terhadap kegiatan sosial responden. Mayoritas responden (71,72%) memiliki persepsi risiko sosial kategori sedang (**Tabel 14**), hal ini menunjukkan bahwa mayoritas responden masih dapat menoleransi gangguan kebisingan pesawat terbang terhadap kegiatan sosial dalam tahap wajar.

Tabel 14. Distribusi frekuensi persepsi risiko sosial.

Kategori	Jumlah Warga	Persentase (%)
Rendah	4	2,02
Sedang	142	71,72
Tinggi	52	26,26
Total	198	100

Tabel 15 menunjukkan distribusi tingkat persepsi risiko ekonomi responden, mayoritas responden (90,40%) memiliki persepsi risiko ekonomi sedang. Hasil riset ini menunjukkan bahwa mayoritas responden berpandangan bahwa bertempat tinggal di sekitar Bandara HLP tetap memberikan manfaat ekonomi secara tidak langsung. Hubungan antara pola karakteristik masyarakat di permukiman sekitar Bandara HLP dengan persepsi risiko kebisingan lingkungan tersaji pada **Tabel 16**.

Tabel 15. Distribusi frekuensi persepsi risiko ekonomi.

Kategori	Jumlah Warga	Persentase (%)
Rendah	16	8,08
Sedang	179	90,40
Tinggi	3	1,52
Total	198	100

Tabel 16. Hasil Uji Statistik Kendall's Tau-b

Karakteristik Responden	Nilai	Keterangan	
Waktu domisili	Correlation Coefficient (R)	-0,068	Hubungan bertolak belakang, lemah
	Sig. (p-value)	0,171 (>0,05)	Terima H ₀
Tingkat pendidikan	Correlation Coefficient (R)	0,004	Hubungan searah, lemah
	Sig. (p-value)	0,942 (>0,05)	Terima H ₀

Hasil uji korelasi antara waktu domisili dengan persepsi risiko kebisingan lingkungan menunjukkan nilai (R) -,0,068, dan *p-value* 0,171 (>0,05) yang artinya sifat hubungan tidak signifikan, bertolak belakang, dan sangat lemah. Dapat disimpulkan bahwa waktu domisili tidak berpengaruh terhadap persepsi risiko kebisingan lingkungan, serta semakin lama waktu domisili maka persepsi risiko kebisingan lingkungan akan semakin rendah. Hasil uji korelasi antara tingkat pendidikan dan persepsi risiko kebisingan lingkungan menunjukkan nilai (R) 0,004, dan *p-value* 0,942 (>0,05) yang artinya sifat hubungan tidak signifikan, searah, dan sangat lemah. Dapat disimpulkan bahwa persepsi risiko kebisingan lingkungan tidak dipengaruhi oleh tingkat

pendidikan, serta semakin tinggi tingkat pendidikan maka persepsi risiko kebisingan lingkungan akan meningkat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis permodelan sosial-spasial dampak kebisingan pesawat terbang di lingkungan sekitar Bandara HLP diperoleh beberapa kesimpulan. Pertama, tingkat kebisingan lingkungan di permukiman masyarakat sekitar Bandara HLP pada radius 300–600 m yaitu 67,01–70,19 dBA tidak memenuhi baku tingkat kebisingan yang dipersyaratkan untuk kawasan permukiman sesuai Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996 yaitu 55 dB(A). Kedua, secara batas aman kebisingan pesawat terbang maka kawasan permukiman ideal di sekitar Bandara HLP hanya Kelurahan Makasar (titik 4) yang berjarak 600 m, namun demikian secara kesesuaian tata ruang terletak pada zonasi H4 (jalur hijau). Ketiga, secara umum mayoritas masyarakat di permukiman sekitar Bandara HLP sudah memiliki pengetahuan (39,39%) dan persepsi atau sikap (82,83%) terhadap risiko kebisingan lingkungan yang baik, namun implementasi menghadapi risiko kebisingan pesawat terbang masih sangat rendah (84,34%). Keempat, pola karakteristik masyarakat di permukiman sekitar Bandara HLP yaitu waktu domisili dan tingkat pendidikan tidak berpengaruh terhadap persepsi risiko kebisingan lingkungan. Terakhir, mayoritas masyarakat di permukiman sekitar Bandara HLP memiliki persepsi risiko sosial (71,72%), dan persepsi risiko ekonomi (90,40%) dengan kategori sedang. Mayoritas responden secara sosial ekonomi dapat menoleransi gangguan kebisingan pesawat terbang dalam tahap wajar, dan bertempat tinggal di sekitar Bandara HLP dianggap dapat memberikan manfaat ekonomi secara tidak langsung.

Kondisi Bandara HLP yang berkelanjutan dapat terwujud melalui kondisi yang harmonis antara Bandara HLP dan masyarakat di permukiman sekitar. Solusi signifikan bagi pihak bandara untuk mewujudkan tujuan tersebut adalah merancang mekanisme kompensasi transformatif terhadap masyarakat yang terkena dampak kebisingan pesawat terbang. Mekanisme kompensasi yang dirancang adalah upaya terakhir yang dilakukan apabila upaya mitigasi, dan adaptasi terhadap kebisingan pesawat terbang tidak efektif. Mekanisme kompensasi transformatif artinya terdapat nilai tambah bagi masyarakat di permukiman sekitar Bandar dan tidak selalu dalam bentuk nominal ekonomi. Efektivitas mekanisme kompensasi dapat berjalan dengan dukungan spasial yaitu sinkronisasi RDTR dengan batas kawasan kebisingan Bandara HLP, dan penegakan aturan zonasi RDTR yang telah disahkan.

Solusi signifikan bagi pihak masyarakat di permukiman sekitar Bandara HLP adalah

mempertimbangkan pemasangan lapisan peredam kebisingan di rumah tinggal, terutama yang termasuk ke dalam kawasan kebisingan tingkat 2. Pemastian status *clean* dan *clear* untuk lingkungan tinggal di sekitar Bandara HLP, baik secara tata ruang maupun tingkat kawasan kebisingan dapat berkontribusi dalam risiko kebisingan pesawat terbang. Kedua solusi signifikan tersebut layak dijadikan pilihan utama dibandingkan harus merelokasi Bandara HLP atau permukiman masyarakat di sekitarnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Riset ini dapat terlaksana atas fasilitasi pihak PT. Sucofindo (Persero), PT. Angkasa Pura II (Persero) Kantor Cabang Bandara Halim Perdanakusuma, dukungan masyarakat sekitar Bandara HLP (Kelurahan Makasar, Jakarta Timur, dan Kelurahan Jaticempaka, Pondok Gede, Jawa Barat), Dr. Hayati Sari Hasibuan (Sekolah Ilmu Lingkungan Universitas Indonesia), dan Dr. Wahyu Sardjono (Ahli Kebandarudaraan) atas masukannya yang berharga dalam riset ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkaabi, K. A. (2017). Spatial distribution of aircraft noise around Abu Dhabi International Airport, UAE and its effects on community and workers Health : an analytic tool for evaluating the health impacts of urban planning decisions. *Civil Engineering and Urban Planning: An International Journal (CiVEJ)*, 4(2), 15–36. <https://doi.org/10.5121/civej.2017.4202>
- Appold, S. J., & Kasarda, J. D. (2013). The Airport City Phenomenon: Evidence from Large US Airports. *Urban Studies*, 50(6), 1239–1259. <https://doi.org/10.1177/0042098012464401>
- Black, D. A., Black, J. A., Issarayangyun, T., & Samuels, S. E. (2007). Aircraft noise exposure and resident's stress and hypertension: A public health perspective for airport environmental management. *Journal of Air Transport Management*, 13(5), 264–276. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2007.04.003>
- BPS. (2019). *Statistik Transportasi Udara 2018*. Badan Pusat Statistik Republik Indonesia.
- BPS Kota Bekasi. (2019). *Kecamatan Pondok Gede Dalam Angka Tahun 2019*. Badan Pusat Statistik Kota Bekasi.
- BPS Kota Jakarta Timur. (2019). *Makasar Dalam Angka 2019*. Badan Pusat Statistik Kota Jakarta Timur.
- Carlsson, F., Lampi, E., & Martinsson, P. (2004). The marginal values of noise disturbance from air traffic: Does the time of the day matter? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 9(5), 373–385. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2004.07.002>
- Cidell, J. (2015). The role of major infrastructure in subregional economic development: An empirical study of airports and cities. *Journal of Economic Geography*, 15(6), 1125–1144. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbu029>
- Creswell, J. (2012). *Educational Research, Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*. Boston: Pearson Education.

- Dharmika, D. (2015). *Analisis dampak pengelolaan air terproduksi minyak bumi (kajian keefektifan pengelolaan air terproduksi minyak bumi dengan menerapkan sumur injeksi pada PT. X dan dampaknya pada perusahaan, lingkungan, dan masyarakat di Pulau Salawati, Kabupaten Sorong, P. Universitas Indonesia.*
- Febriani, N. (2017). *Penilaian Ekonomi Dampak Kebisingan Akibat Aktivitas Penerbangan (Studi kasus: Bandar Udara Halim Perdanakusuma, Jakarta Timur).* Institut Pertanian Bogor.
- Hakfoort, J., Poot, T., & Rietveld, P. (2001). The regional economic impact of an airport: The case of Amsterdam schiphol airport. *Regional Studies*, 35(7), 595–604. <https://doi.org/10.1080/00343400120075867>
- Haliza, M. Z. N., Suriani, J. N., Syazwan, N. A. M., Hafidz, J. M., Firdaus, R. B. R., & Sarah, I. Z. (2018). Assessment of community noise at residential areas in the vicinity of Penang International Airport. *AIP Conference Proceedings*, 2030, 020273. <https://doi.org/10.1063/1.5066914>
- Halpern, N., & Bråthen, S. (2011). Impact of airports on regional accessibility and social development. *Journal of Transport Geography*, 19(6), 1145–1154. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.11.006>
- Hernayati, M. A., Joko, T., & Dangiran, H. L. (2018). Hubungan Kebisingan Di Bandara Halim Perdanakusuma Jakarta Timur Terhadap Gangguan Non- Auditori Permukiman Penduduk Wilayah Buffer. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(6), 214–224. Retrieved from <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm/article/view/22179>
- ICAO. (2007). Growth in Air Traffic Projected to Continue to 2025. In *ICAO News Release PIO 08/07*. Montreal, Canada: International Civil Aviation Organization.
- ICAO. (2008). *Annex 16 to the Convention on International Civil Aviation-Environmental Protection, Volume I-Aircraft Noise.*
- Li, L., & Loo, B. P. Y. (2016). Impact analysis of airport infrastructure within a sustainability framework: Case studies on Hong Kong International Airport. *International Journal of Sustainable Transportation*, 10(9), 781–793. <https://doi.org/10.1080/15568318.2016.1149647>
- Menteri Lingkungan Hidup. (1996). Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996. *Buku Tingkat Kebisingan.*
- Menteri Perhubungan. (2003). Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 32 Tahun 2003. *Pengoperasian Bandara Soekarno Hatta dan Bandara Halim Perdanakusuma.*
- Menteri Perhubungan. (2002). Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 48 tahun 2002. *Penyelenggaraan Bandara Umum.*
- Peraturan Daerah Kota Bekasi Nomor 5 Tahun 2016. *RDTR Kota Bekasi periode 2015–2035.*, (2016).
- Peraturan Daerah Provinsi DKI Jakarta Nomor 1 Tahun 2014. *Rencana Detail Tata Ruang dan Peraturan Zonasi.*, (2014).
- Peraturan Pemerintah Nomor 40/2012. *Pembangunan dan Pelestarian Lingkungan Hidup Bandara.*, (2012).
- Percoco, M. (2010). Airport activity and local development: Evidence from Italy. *Urban Studies*, 47(11), 2427–2443. <https://doi.org/10.1177/0042098009357966>
- PT. Angkasa Pura II (Persero) Cabang Bandara HLP. (2019). *Statistik Lalu Lintas Penerbangan dan Angkutan Udara Bandar Udara Halim Perdanakusuma periode 2013–2018.* Tidak dipublikasikan.
- Rahayu, Y. E., Ahyudanari, E., & Pratomoadmojo, N. A. (2016). Land Use Development and its Impact on Airport Access Road. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 227, 31–37. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.06.039>
- Sahrir, S., Bachok, S., & Osman, M. M. (2014). Environmental and Health Impacts of Airport Infrastructure Upgrading: Kuala Lumpur International Airport 2. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 153, 520–530. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.10.085>
- Trojanek, R., & Huderek-Glapska, S. (2018). Measuring the noise cost of aviation – The association between the Limited Use Area around Warsaw Chopin Airport and property values. *Journal of Air Transport Management*, 67(April 2017), 103–114. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2017.12.002>
- Trojanek, R., Tanas, J., Raslanas, S., & Banaitis, A. (2017). The impact of aircraft noise on housing prices in Poznan. *Sustainability (Switzerland)*, 9(11), 1–16. <https://doi.org/10.3390/su9112088>
- Tsui, K. W. H., Tan, D., Chow, C. K. W., & Shi, S. (2019). Regional airline capacity, tourism demand and housing prices: A case study of New Zealand. *Transport Policy*, 77, 8–22. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2019.02.007>
- Tveter, E. (2017). The effect of airports on regional development: Evidence from the construction of regional airports in Norway. *Research in Transportation Economics*, 63, 50–58. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2017.07.001>
- WHO Regional Office for Europe. (2011). *Burden of disease from environmental noise-Quantification of healthy life years lost in Europe.*
- Xie, H., Li, H., & Kang, J. (2014). The characteristics and control strategies of aircraft noise in China. *Applied Acoustics*, 84, 47–57. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2014.01.011>
- Yankaskas, K. (2013). Prelude: Noise-induced tinnitus and hearing loss in the military. *Hearing Research*, 295, 3–8. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2012.04.016>
- Zimmermann, V., Felscher-Suhr, U., & Vogt, J. (2018). Public perceptions of Frankfurt Airport's value - A survey approach. *Journal of Air Transport Management*, 67, 46–54. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2017.11.005>