

**PENGARUH BISING LALU LINTAS UDARA BANDARA SAM RATULANGI
TERHADAP KENYAMANAN PENGHUNI PERUMAHAN DI SEKITARNYA¹**

Oleh :

Suryono², Betteng Luther², Mastuti Faizah²⁽¹Penelitian Dengan Sumber Dana DIPA UNSRAT no. 0748/023_04.2.01/27/2012 TA 2012)⁽²Staf Pengajar Prodi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi)**ABSTRAK**

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi pengaruh bising lalu-lintas pesawat terbang bandar udara Sam Ratulangi, terhadap rasa nyaman dan rasa aman para penghuni permukiman disekitarnya perumahan: **CBA, Griya 4, dan Permata Klabat.**

Obyek penelitian tersebut dipilih karena jarak dari Bandar udara Sam Ratulangi relatif dekat, sekitar 300 meter hingga 4.000 meter dan berada satu garis lurus dengan landasan pacu, sehingga permukiman tersebut patut diduga terkena dampak negatif penting dari bising yang bersumber dari aktifitas *take off* dan *landing* pesawat udara.

Adapun metoda penelitian yang digunakan: pertama, Observasi yakni pemetaan letak bandara dan tiga lokasi perumahan, data penerbangan, kedua adalah pengukuran bising **obyektif**, yaitu bising latar belakang dan kebisingan dengan menggunakan sound level meter dan pengukuran **subyektif** yakni dengan melakukan wawancara dan penyebaran kuisener untuk mendapatkan tanggapan responden, perihal rasa nyaman dan rasa aman para penghuni.

Dari hasil analisa data dapat disimpulkan bahwa rasa nyaman dan aman secara obyektif dan subyektif, terdapat perbedaan yang cukup signifikan, untuk rekomendasi guna mengantisipasi dampak negatif dari bising bagi pihak terkait antara lain: penghuni, pengembang dan pemerintah sebagai pembuat dan pengontrol kebijakan

Kata kunci: bising, gangguan rasa nyaman, aman dan antisipasi

PENDAHULUAN**A. Latar Belakang Masalah**

Peningkatan penggunaan teknologi dan mekanisasi dalam kehidupan modern membawa berbagai dampak positif sekaligus negatif. Sebagai contoh kongkrit, bising akibat peningkatan aktifitas pesawat udara di bandara Sam Ratulangi Manado.

Penelitian meliputi tiga kompleks perumahan: **CBA, Griya 4 dan Permata Klabat.** Ketiganya dibangun di ujung landasan pacu, bahkan dua diantaranya dibelah oleh lampu penuntun pendaratan pesawat bagian selatan dengan jarak antara 300 meter sampai 4.000 meter, sehingga bisa dipastikan ketiganya senantiasa terpapar bising cukup tinggi. Karena pesawat udara

pada saat lepas landas dan mendarat pada jarak 100 meter dapat menghasilkan bising antara 110 dB hingga 130 dB.

Bising dapat menyebabkan berbagai dampak antara lain:

- Bising yang cukup tinggi, sekitar 70 dB, dapat menyebabkan kegelisahan, kurang enak badan, kejenuhan mendengar, sakit lambung dan masalah pada peredaran darah.
- Bising yang sangat tinggi, di atas 85 dB, umumnya dapat menyebabkan kemunduran yang serius pada kondisi kesehatan seseorang dan bila berlangsung lama bisa menyebabkan kehilangan pendengaran sementara atau permanen. Bising berlebihan dan

berkepanjangan dapat menimbulkan masalah-masalah kelainan seperti penyakit jantung, tekanan darah tinggi dan luka perut.

Pengaruh bising bisa mengganggu efisiensi dan produktifitas kerja, telah dibuktikan secara statistik di beberapa industri. Produktifitas menurun dan para pekerja banyak membuat kesalahan bila dipengaruhi oleh bising tingkat tinggi, diatas sekitar 80 dB dalam waktu yang lama. Sebaliknya juga diamati bahwa jika lingkungan suatu ruang kerja terlampau sunyi, produktifitas juga turun dan para pekerja melakukan lebih banyak kesalahan. Ini membuktikan bahwa bising hingga tingkat tertentu masih bisa diterima oleh manusia.

Arsitek sering diperhadapkan pada keterlanjuran, artinya tidak dilibatkan sejak awal, sehingga tidak dapat memilih cara yang lebih efektif dan efisien untuk menanggulangi masalah kebisingan. Sebagai contoh kompleks perumahan yang butuh ketenangan, justru mendapatkan ijin pembangunan di lokasi yang relatif dekat dengan jalur penuntun pendaratan pesawat udara, padahal bukan hanya bising tetapi juga bahaya.

B. Rumusan Masalah

1. Berapa tekanan suara, bising dan bising latar belakang secara Obyektif di tiga kompleks perumahan: CBA, Griya 4 dan Permata Klabat.
2. Berapa tingkat gangguan kenyamanan dan keamanan akibat bising Subyektif di tiga kompleks perumahan tersebut.
3. Adakah perubahan tingkat toleransi masyarakat terhadap meningkatnya tekanan dan intensitas bising lingkungan, dibandingkan dengan

standard ambang batas bising maksimum, dan berapa lama waktu untuk beradaptasi.

LANDASAN TEORI

A. Definisi Suara

Secara **subyektif**, suara adalah sesuatu yang kita dengar sebagai hasil dari getaran udara. Getaran tersebut ditimbulkan oleh fluktuasi tekanan udara yang kemudian terukur pada *Sound Level Meter* (SLM) sebagai tingkat tekanan suara **obyektif**. Suara berpropagasi, merambat melalui medium udara yang mengalami rapatan dan renggangan, sehingga membentuk gelombang suara.

B. Peningkatan Bising

Seiring perkembangan teknologi dan mekanisasi, serta-merta muncul masalah **bising** (suara yang tidak dikehendaki), bahkan di berbagai tempat telah melampaui ambang batas yang diijinkan. Oleh karena itu diperlukan usaha pengendalian bising secara **akustik** maupun **arsitektural** untuk mencapai kenyamanan audio yang dikehendaki.

Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman Kementerian Pekerjaan Umum telah melakukan pengukuran bising di berbagai tempat dan tipe lingkungan di Indonesia. Hasilnya, di semua lokasi pengambilan sampel telah mengalami peningkatan bising latar belakang (*background noise*) rata-rata 6 dBA hingga 15 dBA dari sebelumnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengaruh bising pada bangunan dan lingkungan menjadi masalah yang perlu mendapat perhatian dan pemecahan¹.

Tabel 1: Standar Bising Latar Belakang yang Diijinkan

Jenis Bangunan	Ruangan	(dBA)
Rumah Tiggal	Kamar tidur, rumah pribadi	25
	Kamar tidur, flat	30
	Kamar tidur, hotel	35
	Ruang keluarga	40
Pendidikan	Ruang kuliah, ruang kelas	30-40
	Ruang belajar privat	20-35
	Perpustakaan	35-45
Kesehatan	Rumah sakit, ruang inap umum	25-35
	Rumah sakit, ruang inap privat	20-25
	Ruang operasi	25-30

Sumber: **Satwiko Prasasto** (2008) "*Fisika Bangunan*", hal: 270

- C. Dampak Bising Terhadap Manusia** Respon terhadap pengaruh bising pada setiap orang berbeda (subyektif), namun respon rata-rata orang, dapat disajikan sebagai berikut:

Tabel 2: Tekanan Suara dan Dampaknya

dBA	Sumber Suara	Penilaian Subyektif
140	Mesin jet pada jarak 25 m	Menyakitkan/ bahaya
130	Pesawat jet saat tinggal landas (pada jarak 100 m)	Menyakitkan tak bahaya
120	Band " <i>Hard Rock</i> " dengan pelantang elektronik, Guntur,	Memekakkan
110	sepedamotor gas maksimum pada jarak 1 m	
100	Klakson mobil (pada jarak 3 m)	Sangat keras
90	Mesin percetakan, pemecah beton dengan tekanan	
80	Kafetaria dengan dinding pemantul bunyi	Keras
70	Kabin pesawat B-757 pada saat terbang	
60	Lalu lintas jalan raya	Sedang
50	Kegiatan kantor	
40	Musik lembut dari peralatan elektronik rumah tinggal	Lemah
30	Rumah tinggal di malam hari	
20	Bisikan	
10- 0	Bunyi daun ditiup angin lembut	Sangat lemah

Sumber: **Satwiko Prasasto** (2008) "*Fisika Bangunan*", hal: 269

D. Pengendalian Bising

Pengendalian bising lingkungan secara optimal tidak bisa berdiri sendiri, setidaknya ada

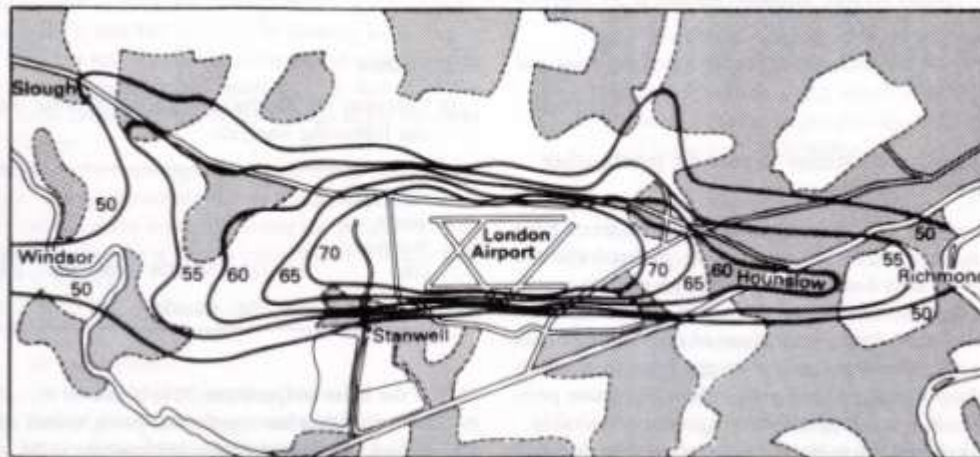
dua metoda yang saling terkait untuk mengurangi bising lingkungan agar efektif.

1. Pengendalian bising secara arsitektural

(1) Skala kota dengan *zoning* kelompok bangunan, (2) *Land use* dalam satu daerah, (3) Rancangan tapak (*block plan*), (4) Penataan ruang dalam,

gubahan bentuk geometri, (5) Pemilihan material penyerap dan insulasi suara yang sesuai.

Bising di sekitar bandara, digambarkan sebagai garis kontur tekanan suara:



Gambar 1: Kontur Tekanan Suara London Airport 1970

Sumber: **Smith B. J.** (1996) "*Acoustics and Noise Control*" Hal: 32

2. Pengendalian bising secara akustik

Pengendalian bising secara akustik dibagi berdasarkan tiga faktor utama pembentuk suara:

- 1) Pengurangan bising pada sumbernya
- 2) Pengurangan bising pada proses perambatan (*propagate*)
- 3) Pengendalian bising pada penerima, dalam kondisi terpaksa menggunakan pelindung telinga (*protector*) dari bising, penggunaan suara latar belakang, penempatan posisi pendengar

sound level meter, di luar dan di dalam bangunan, secara bersamaan.

- B. Bising subyektif, didapat dengan wawancara dan membagikan kuisioner kepada penghuni di tiga perumahan tersebut secara acak, dengan demikian didapatkan variasi tanggapan responden terhadap aktifitas: pembicaraan, belajar, nonton TV dan tidur.
- C. Tekanan suara tersebut dibandingkan dengan standar ambang batas tekanan suara yang diijinkan untuk berbagai fungsi ruang dan bangunan maka akan didapat gambaran tentang tingkat kenyamanan di perumahan tersebut
- D. Dari perbandingan tingkat kenyamanan secara obyektif dan subyektif akan didapatkan gambaran apakah terjadi perubahan tingkat toleransi terhadap gangguan bising dibanding dengan standar yang berlaku.
- E. Data sekunder antara lain tentang data penerbangan, jenis pesawat yang didapat

METODA PENELITIAN

Ada beberapa jenis data yang perlu dicari, dianalisa dan disimpulkan, antara lain:

- A. Bising obyektif didapat dengan mengukur tekanan suara *insitu* menggunakan dua buah

dengan survey instansional ke Perum Angkasa Pura I atau melalui internet.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

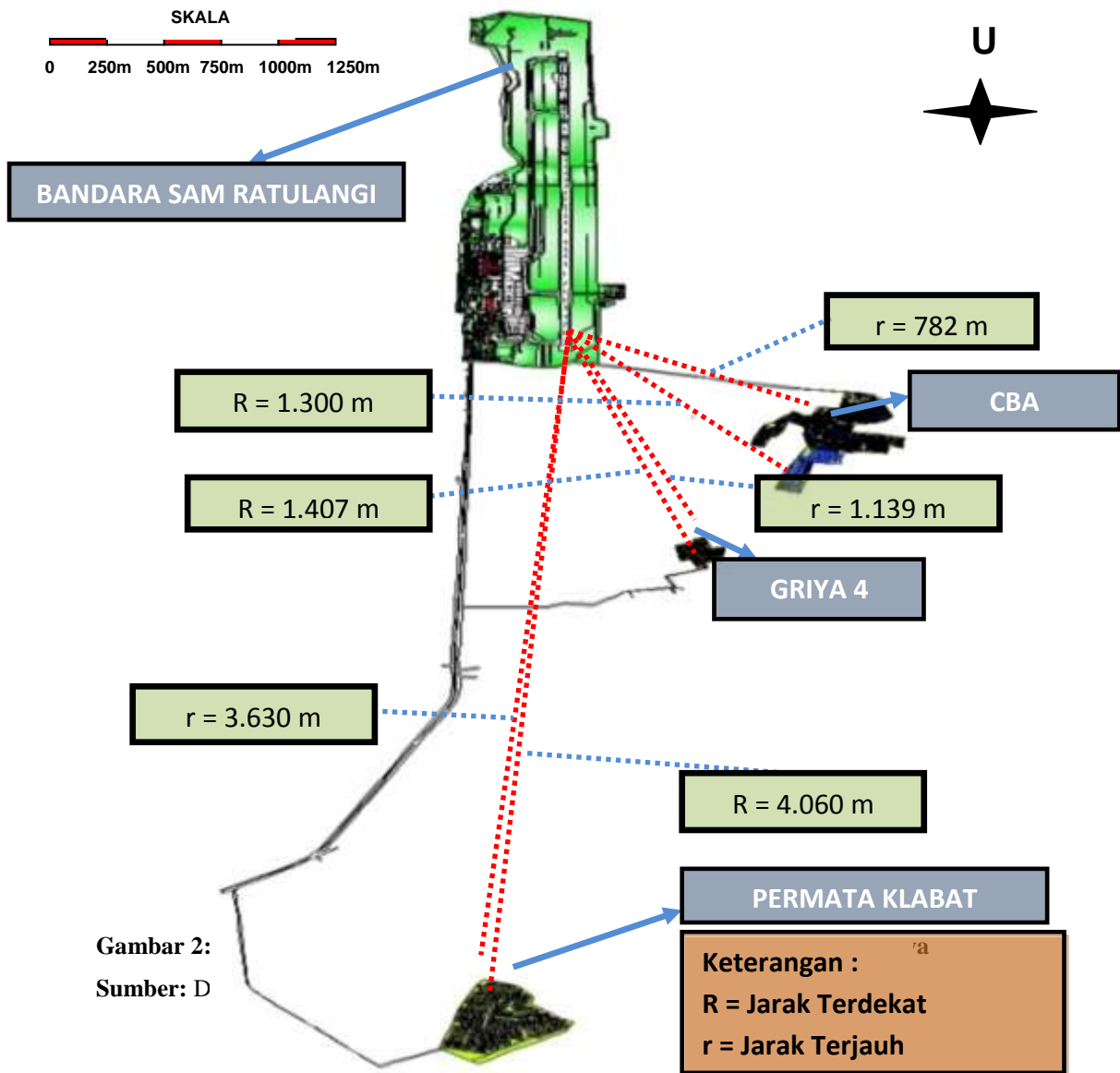
A. Kondisi Eksisting

Tingkat tekanan suara di bandara tergantung pada: jenis mesin pesawat, kegiatan dan intensitas penerbangannya. Mesin jet umumnya menghasilkan tekanan suara yang lebih tinggi dari pada mesin *turbo prop*. Demikian pula tekanan suara pesawat *take off* dari pada saat *landing*. Di bandara Sam Ratulangi jumlahnya rata-rata 24

buah dalam sehari, sehingga jumlah penerbangannya antara 46 hingga 48 kali sehari.

Dilihat dari media perantara suara, pada saat parkir banyak terhalang oleh benda, pohon dan bangunan serta kontur tanah, oleh karena itu hambatan suara secara horisontal relatif lebih besar. Sedangkan pesawat yang berada di ketinggian, suaranya relatif tidak terhalang, sehingga berkurang 5 hingga 6 dB setiap jarak pengukurannya digandakan.

Kinerja insulasi suara pesawat kedalam bangunan umumnya rendah, karena penutup atap berbahan seng gelombang, motif genteng, material dinding, jendela, pintu dan ventilasi (massa kecil).



Gambar 2:
Sumber: D

B. Hasil Pengukuran Objektif

Pengukuran obyektif menggunakan *sound level meter* (SLM) merek **Lutron** type **SL - 4011**, hasilnya berlaku sama bagi semua orang.

Tabel 3: Tekanan Suara di Bandara Sam Ratulangi dan Perumahan Sekitarnya

No	Lokasi Pengukuran	Kebisingan				Keterangan
		Ltr. Blkg	Ambg. bts	Landing	Takeoff	
1	Ujung landasan pacu	64 dBA	25 dBA	99 dBA	105 dBA	Jam 12.30
2	Perumahan CBA	59 dBA	25 dBA	92 dBA	97 dBA	Jam 12.30
3	Griya 4	67 dBA	25 dBA	97 dBA	102 dBA	Jam 06.35
4	Permata Klabat	52 dBA	25 dBA	81 dBA	87 dBA	Jam 07.35

Sumber: hasil pengukuran dilapangan 2012

Tekanan suara di ruang luar dibanding dengan di dalam ruang, secara keseluruhan selisihnya berkisar 5 dB, karena umumnya penutup atap bangunan di ketiga kompleks perumahan tersebut menggunakan seng dan plafon tripleks 3 mm, dimana bahan tersebut massanya kecil, sehingga kinerja insulasi suaranya rendah (hukum *massa*)

C. Hasil Pengukuran Subyektif

Masing-masing kompleks perumahan diambil sampel sebanyak 27 responden, sehingga dari ketiganya didapat 81 responden. Setiap responden diajukan 15 pertanyaan yang berkaitan dengan rasa nyaman dan rasa aman terhadap pengaruh bising lalu-lintas udara. Dari survey didapat hasil sebagai berikut:

1. Berapa banyak pesawat terbang yang datang dan berangkat dalam sehari ?
Jawaban dari pertanyaan ini untuk dibandingkan dengan data penerbangan, ketepatan jawaban mengindikasikan tingginya gangguan bising sekaligus kepedulian mereka terhadap tingkat bising di lokasi masing-masing:
 - a. Jawabanya responden di tiga lokasi sebagian besar mendekati tepat yakni antara 11-20 kali sehari, dan yang paling banyak tepat

adalah para penghuni perumahan Griya 4 yakni mencapai 70 %, hal tersebut membuktikan bahwa kompleks perumahan tersebut terpapar bising paling tinggi yakni 102 dBA. Bahkan dalam wawancara sebagian penghuni bisa menyebutkan jenis pesawat dan waktu penerbangan dengan tepat.

- b. Sedangkan para penghuni Perum CBA yang terpapar dengan kebisingan maksimum 91 dBA, sebagian besar responden memberikan jawaban dengan jumlah pesawat lebih sedikit, yakni 48%, hal tersebut menunjukkan rendahnya gangguan bising yang mereka alami, sehingga mereka kurang peduli.
2. Jenis kegiatan pesawat yang dirasa paling mengganggu adalah
 - a. Sebagian besar para penghuni Perumahan CBA hanya merasa sangat terganggu oleh bising pesawat tempur, walaupun jaraknya hanya 300 hingga 782 meter dari landasan pacu, jarak horizontal (tegak lurus sumbu panjang landasan pacu) ternyata lebih efektif mengurangi bising.

- b. Sedangkan bagi para penghuni perumahan Griya 4, gangguan tersebut dirasakan merata baik datang maupun berangkat, saat siang-malam apapun jenis pesawatnya. Hal tersebut karena perumahan Griya 4 dibangun persis berada dibawah jalur penuntun pendaratan dan jaraknya relative dekat, antara 1.039 meter hingga 1.417 meter dari ujung landasan pacu.
 - c. Sedangkan bagi para penghuni perumahan Permata Klabat yang dirasakan sangat mengganggu adalah kedatangan pesawat pada tengah malam. Hal tersebut wajar karena perumahan tersebut memiliki *background noise* paling rendah, sehingga saat tiba-tiba datang pesawat dengan kebisingan 87 dBA, dirasa mengagetkan.
3. Pesawat yang menghidupkan mesin saat parkir apakah dirasa mengganggu ?
- Pada saat pesawat parkir dipermukaan tanah, rambatan bising mengalami banyak hambatan dari berbagai benda yang berada dipermukaan bumi, (pohon, bangunan, kontur tanah dsb.) sehingga jarak antara sumber suara dengan penerima, menjadi isolator suara yang efektif. Oleh karenanya masyarakat yang berada pada tiga kompleks perumahan tersebut merasa tidak terganggu.
4. Apakah suara mesin pesawat datang (*landing*) dan atau berangkat (*take off*) dirasa mengganggu ?
- a. Sebanyak 56% responden penghuni Perumahan CBA merasa tidak terganggu, 18% responden merasa terganggu. Hal tersebut semakin membuktikan bahwa jarak horizontal tegak lurus sumbu panjang landasan pacu bandara sangat signifikan mereduksi bising.
 - b. Sebagian besar 52% responden penghuni perumahan Griya 4 merasa terganggu, dan 26% merasa agak terganggu, karena kebisingan di Griya 4 mencapai 102 dBA, tertinggi diantara tiga kompleks perumahan tersebut.
 - c. Sebanyak 45% Responden Permata Klabat merasa terganggu, 33% merasa sangat terganggu, hal tersebut lebih disebabkan oleh bising latar belakang yang rendah, sehingga pesawat yang melintas beberapa detik dirasa mengejutkan.
5. Mana yang lebih dirasa mengganggu: dulu pada saat baru tinggal ditempat ini atau sekarang setelah sekian lama tinggal di tempat ini ?
- a. Responden Permata Klabat 55,5% merasa sama saja, baik dulu ketika baru tinggal maupun sekarang. 33% yang lain menyatakan dulu waktu baru tinggal lebih dirasa terganggu dibanding sekarang
 - b. Responden Griya 4, sebanyak 33% menyatakan bahwa: dulu waktu baru tinggal maupun sekarang sama-sama mengganggu, 44,5% sisanya merasa dulu waktu baru tinggal dirasa lebih mengganggu
 - c. Responden perumahan CBA sebagian kecil menyatakan dulu dan sekarang tidak terganggu, dan sebagian besar 52% tidak menjawab, dalam arti perubahannya tidak berarti. Dari wawancara sebagian penghuni menyatakan bahwa hanya hari-hari pertama tinggal saja merasa terganggu, bahkan sekarang anak-anak sering menganggap pesawat yang datang maupun berangkat sebagai hiburan.
6. Apabila responden merasa terganggu, tindakan apa yang pernah dilakukan untuk mengurangi gangguan bising tersebut ?
- Reaksi dalam bentuk tindakan dari para penghuni di tiga perumahan tersebut ternyata hampir sama: kurang lebih separuh (50%)

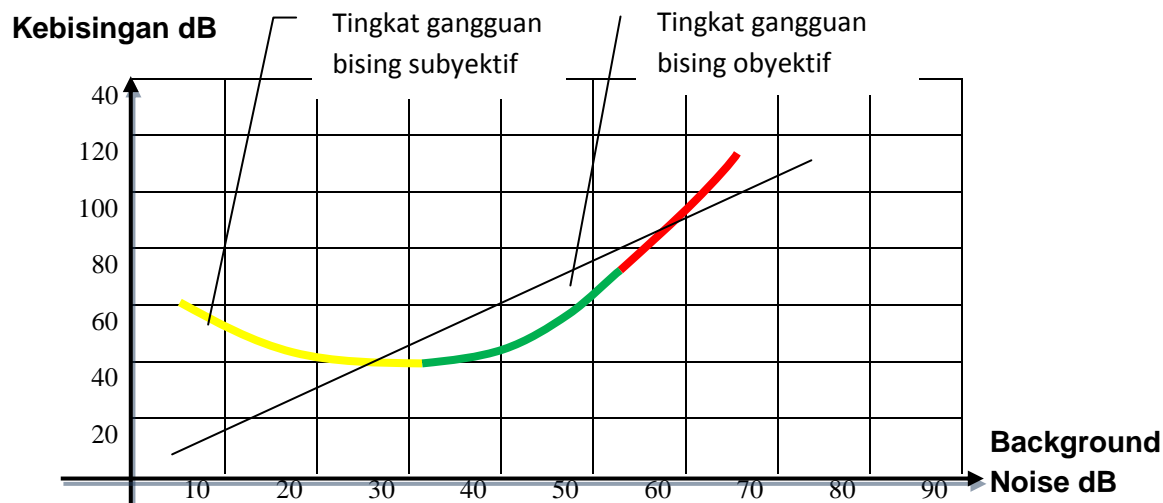
- menyatakan diam saja, sedang separuhnya (50%) yang lain tidak menyatakan pendapat (abstain). Hal tersebut mengekspresikan bahwa mereka umumnya merasa terganggu, tapi tidak tahu harus berbuat apa dan atau tidak berdaya. Menerima apa adanya, toh sebelum tinggal, mereka tahu bahwa di perumahan tersebut memang bising.
7. Pada saat melakukan kegiatan apa, bising pesawat dirasa mengganggu?
 - a. Di tiga kompleks perumahan yang jawabannya merasa sangat terganggu, adalah pada saat tidur, yakni antara 44% hingga 48%,
 - b. Jawaban terbanyak kedua adalah pada saat nonton TV yakni antara 18,5% hingga 35% dari jumlah penghuni
 - c. Sedangkan pada saat belajar persentasenya relative kecil, barangkali karena jumlah responden pada usia sekolah persentasenya kecil, dan atau pada saat jam-jam belajar antara jam 18.00 hingga jam 21.00. Kalau di lihat pada jadwal penerbangan, memang hampir tidak ada pesawat berangkat maupun datang.
 8. Kondisi kesehatan anda sekarang dibanding dengan kondisi kesehatan di tempat tinggal sebelumnya, mana yang lebih sehat ?
 - a. Sebagian besar responden Perumahan CBA (85,2%) jawabannya sama-sama sehat, dan sama-sama kurang sehat baik di tempat tinggal sebelumnya maupun di tempat tinggal yang sekarang. Demikian pula 44,5% para penghuni perumahan Permata Klabat
 - b. Sebesar 48 % dari penghuni perumahan Griya 4 dan 33,3 % dari penghuni perumahan Permata Klabat menyatakan dulu sebelum tinggal dan sekarang sama-sama kurang sehat
 - c. Sebagian kecil sisanya mengalami perubahan kondisi kesehatan, tetapi kurang lebih seimbang: antara yang semakin sehat dengan yang semakin kurang sehat. Hal tersebut mengindikasikan bahwa setidaknya belum ada pengaruh berarti yang diakibatkan oleh kebisingan terhadap kondisi kesehatan para penghuni.
 9. Reaksi fisik seperti apa yang dirasakan setelah anda terpapar kebisingan pesawat setiap hari, seperti di tempat tinggal anda sekarang ?
 - a. Para penghuni perumahan CBA (48%) menjawab tetap tidur lelap dan kadang-kadang terbangun (37%), sebagian kecil menjawab sering terbangun (3,7%) dan menyebabkan rasa kantuk pada saat sekolah/ bekerja (3,7%)
 - b. Para penghuni perumahan Griya 4 menjawab: tetap lelap sebesar 17,5% dan 70% menjawab kadang terbangun. Hal tersebut mengindikasikan bahwa gangguan bising 102 dBA sulit di tolerir oleh sebagian besar responden
 - c. Para penghuni Permata Klabat sebagian besar menjawab sering terbangun sebesar 45% dan 33% menjawab rasa mengantuk pada jam bekerja/ sekolah, hal tersebut mengindikasikan bahwa bising latar belakang yang rendah, menyebabkan kebisingan yang datang tiba-tiba dirasa mengejutkan.
 10. Apakah anda pernah mengangankan untuk mengantisipasi kebisingan dengan tindakan.
Jawaban responden dari tiga perumahan tersebut relatif seragam antara 74 % hingga 81 % tidak pernah mengangankan, sebagian kecil melakukan penggantian plafon tripleks 3 mm dengan gipsium 10 mm dan atau seng gelombang dengan seng motif genteng, namun hasilnya tidak memuaskan, karena hanya

meningkatkan kemampuan isolasi dengan *Sound Transmission Class* (STC) sekitar 2-4 dB saja (*Mass Low*). Boleh dibilang bahwa tindakan tersebut bersifat kosmetik.

11. Seandainya ada kesempatan lagi untuk memiliki rumah yang baru, kriteria apa yang akan anda prioritaskan?
 - a. Mayoritas penghuni perumahan CBA (52%) responden kriteria prioritas adalah dekat tempat kerja, karena gangguan bising dianggap tidak berarti.
 - b. Mayoritas penghuni perumahan Griya 4 (55,7%) lebih mementingkan ketenangan, demikian pula bagi 63 % penghuni perumahan Permata Klabat
12. Apakah anda pernah merasa khawatir tertimpa pesawat apabila terjadi kecelakaan ?
 - a. Penghuni perumahan CBA 41%, tidak merasa khawatir, rasa percaya diri karena perumahan CBA tidak berada satu garis dengan jalur landasan pacu, tetapi berada 300 meter hingga 782 meter kearah timur (samping), sehingga rasa khawatir mereka muncul hanya sesekali bila cuaca buruk dan atau ada pesawat yang mengalami gangguan teknis
 - b. Penghuni Perumahan Permata Klabat 44% menyatakan kadang merasa khawatir karena jarak dari landasan pacu sudah cukup jauh antara 3.630 meter hingga 4.030 meter. Walaupun cukup jauh namun karena lokasinya persis dibawah lampu penuntun pendaratan maka tingkat kekawatirannya lebih tinggi dibanding yang bermukim di perumahan CBA yang lebih dekat.
 - c. Antara 33,3% hingga 35% responden di tiga kompleks perumahan tersebut menyatakan sering merasa khawatir, hal

tersebut membuktikan bahwa perumahan yang berada zona bahaya penerbangan tetap memiliki rasa khawatir, walaupun kemampuan manusia untuk beradaptasi terhadap bising sangat mengagumkan.

13. Apa yang dirasa lebih mengganggu: (1) Bising lalu lintas jalan raya Manado-Bandara atau (2) Bising lalu-lintas pesawat terbang di tempat tinggal anda ?
 - a. Responden CBA sebanyak 59% menjawab bising lalu lintas jalan raya lebih mengganggu, dibanding dengan kebisingan akibat lalu-lintas pesawat udara sebanyak 30 %, hal tersebut menunjukkan bahwa dengan bising latar belakang sekitar 59 dBA (relatif tinggi) dan bising pesawat udara dengan tekanan 91 dBA merasa kurang terganggu, dibanding dengan kebisingan lalu-lintas jalan raya Manado-Bandara 92 dBA secara terus menerus, sedang pesawat walaupun tekanan suaranya lebih tinggi namun hanya melintas dalam beberapa detik saja.
 - b. Responden penghuni perumahan Griya 4, sebanyak 22% menjawab kebisingan lalu lintas jalan raya 92 dBA terus menerus dirasa lebih mengganggu. Sebanyak 74% responden menjawab bising lalu-lintas pesawat 102 dBA dirasa lebih mengganggu.
 - c. Bagi responden di perumahan Permata Klabat dengan bising latar belakang 52 dBA, dan bising pesawat 87 dBA mereka menganggap kedua jenis kebisingan sama-sama mengganggu masing-masing 48%.
 - d. secara keseluruhan gangguan di ketiga lokasi perumahan dapat digambarkan sebagai berikut:



Keterangan:

- : Tipologi gangguan bising Permata Klabat
- : Tipologi gangguan bising Perum CBA
- : Tipologi gangguan bising Griya 4

Gambar 5.1: Perbandingan Tingkat Gangguan Bising Obyetif dan Subyektif.

Sumber: Ilustrasi Kesimpulan

KESIMPULAN

1. Secara keseluruhan bising latar belakang maupun kebisingan di ketiga perumahan tersebut, berada diatas ambang batas maksimum (25 dBA), baik pada saat pesawat mendarat maupun lepas landas.
2. Untuk mereduksi bising dengan material yang memiliki *Sound Transmission Class* (STC) sebesar 77 dBA (bising 102 dBA dikurang bising ambang batas yang diijinkan 25 dBA untuk orang tidur) membutuhkan upaya yang besar, karena konsekwensinya bangunan menjadi berat dan mahal. Misalnya mengganti atap seng dengan plat beton, plafon panel akustik, glass woll dan sebagainya. Bahan yang tipis, ringan dan keras tidak dianjurkan karena kinerja insulasi suaranya rendah.
3. Walaupun secara keseluruhan kebisingan berada diatas ambang batas, ternyata tubuh manusia memiliki kemampuan beradaptasi terhadap kondisi bising dengan sangat mengagumkan karena rata-rata responden dapat mentolerir kondisi tersebut dalam waktu satu minggu hingga enam bulan. Setidaknya hingga sekarang belum terbukti adanya gangguan kesehatan yang berarti. Walaupun nyatanya tidak nyaman.
4. Setelah melalui semua proses penelitian, hasilnya memberi gambaran bahwa ada dua hal yang sulit untuk bisa diterima:
 - a. Bising antara 97 dBA hingga 102 dBA yakni pesawat lepas landas dan mendarat pada malam hari di Griya 4 oleh responden dirasa sangat mengganggu walaupun sudah tinggal cukup lama.
 - b. Bising latar belakang yang rendah lalu tiba-tiba meningkat dengan adanya pesawat melintas, dirasa lebih mengejutkan dibanding dengan bising latar belakang yang lebih tinggi tetapi tidak tiba-tiba.
 - c.

REKOMENDASI

1. Cara yang lebih efisien dan efektif untuk mengeliminasi kebisingan adalah secara arsitektur. Apabila gagal baru diselesaikan secara akustik, yakni dengan menggunakan material yang memiliki insulasi dan atau serapan suara yang lebih baik. Untuk mengisolasi bising hingga STC 77 (bising 102 dBA dikurangi bising ambang batas yang diijinkan 25 dBA, untuk orang tidur) tidak efisien, karena konsekwensinya bangunan akan menjadi berat dan mahal.
 - a. Pemerintah Kabupaten Minahasa Utara dan Pemerintah Kota Manado seyogyanya mengontrol pembangunan di sepanjang jalur penuntun pendaratan (dalam garis kontur kebisingan diatas 80 dB) melalui kepranataan yang ada. Sebab bila gagal untuk di kontrol, alternative lain yang mungkin ditempuh adalah merelokasi bandara. Alternatif kedua ini sangat mahal dan tidak mudah.
 - b. Pihak lain yang dapat berperan besar adalah Pengembang Perumahan dengan memilih lokasi pembangunan perumahan yang lebih sesuai ditinjau dari sisi kenyamanan dan keamanan para calon penghuninya. Karena selain pengembang memiliki modal, umumnya juga memiliki sumber daya manusia yang cukup untuk menghindari hal tersebut.

- c. Para penghuni, sebagai konsumen yang akan menanggung resiko secara langsung perlu mengetahui dan menyadari bahwa kenyamanan dan keamanan dalam memilih tempat tinggal sangatlah penting.
2. Bangunan perumahan sebaiknya tidak ditempatkan dalam zona yang bisingnya melampaui 80 dBA, karena selain tidak nyaman tempat tersebut sekaligus tidak aman.

SENARAI PUSTAKA

- **Alan Fry** (1988) *“Noise Control in Building Services”* Toronto: Pergamon Press
- **Bvirt, David W.** (1994) *“Sound and Vibration Design and Analysis”* USA: NEEB
- **Beranek L. Leo** (1992) *“Noise and Vibration Control Engineering”* Toronto: John Wiley & Sons, Inc.
- **Doelle L. dalam Prasetio Lily** (1993) *“Akustik Lingkungan”* Erlangga: Jakarta
- **Mcguinness J. William** (1981) *“Mechanical and Electrical Equipment for Buildings”* Singapore: John Wilei and Sons, Inc
- **Satwiko Prasetio** (2008) *“Fisika Bangunan”* Yogyakarta: ANDI
- **Smith B. J.** (1996) *“Acoustics and Noise Control”* Malaysia: Logman Group UK Ltd.