
**POLA DISTRIBUSI BUNYI DAN TOLERANSI KEBISINGAN
PADA PERUMAHAN DI KAWASAN BANDARA**

Oleh :

Yogini Adriana Wulur

(Mahasiswa Prodi Arsitektur Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi)

Sangkertadi

(Staf Pengajar Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik /
Prodi Magister Arsitektur Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi)

Jefrey I. Kindangen

(Staf Pengajar Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik /
Prodi Magister Arsitektur Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi)

Fela Warouw

(Staf Pengajar Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik /
Prodi Magister Arsitektur Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi)

Abstrak

Pertumbuhan pembangunan perumahan bergerak seiring dengan laju pertumbuhan penduduk. Karena kebutuhan akan perumahan adalah suatu kebutuhan pokok bagi umat manusia sehingga bertambahnya jumlah penduduk berdampak pada peningkatan kebutuhan akan perumahan. Akibatnya perkembangan perumahan meluas sampai pada kawasan yang sebenarnya tidak cocok untuk perumahan seperti kawasan sekitar bandar udara.

Pembangunan perumahan pada kawasan sekitar bandar udara dapat menyebabkan penghuninya terpapar kebisingan yang berasal dari bunyi pesawat terbang yang terbang atau pun mendarat di bandar udara tersebut. Kawasan di sekitar bandar udara Sam Ratulangi Manado juga telah banyak dibangun kompleks – kompleks perumahan dan hal ini dapat menimbulkan masalah gangguan kebisingan bunyi pesawat terbang bagi penghuninya. Bahkan sudah ada kompleks perumahan yang dibangun pada kawasan kebisingan tingkat 2 sesuai Kepmen Perhubungan no. KM 91 tahun 1999 tentang pembagian kawasan kebisingan di sekitar Bandar Udara Sam Ratulangi Manado

Oleh sebab itu diperlukan suatu kajian atau penelitian untuk mengetahui secara pasti nilai tingkat kebisingan atau noise rating pada kompleks perumahan di sekitar bandar udara Sam Ratulangi. Sehingga dapat diperoleh suatu gambaran atau peta tingkat kebisingan berdasarkan paparan noise rating tersebut. Demikian juga untuk bangunan rumah di kawasan tersebut diyakini mendapatkan paparan kebisingan yang dapat menimbulkan persepsi negatif dari para penghuninya maka, melalui kuisioner dapat diperoleh tanggapan persepsi dan batasan toleransi para penghuni perumahan terhadap bunyi bising dari pesawat terbang yang dirasakan setiap hari.

Tingkat kebisingan yang tinggi dapat mengganggu efisiensi dan produktivitas kerja karena dapat mempengaruhi konsentrasi pikiran, mengganggu waktu istirahat dan waktu tidur. Bahkan efek yang paling dirasakan jika terpapar bising dalam jangka waktu yang lama adalah kehilangan pendengaran atau menjadi tuli. Jika dikaitkan dengan dampak sosial, kawasan perumahan yang terletak pada daerah yang berdekatan dengan sumber kebisingan yang tinggi seperti di kawasan sekitar bandar udara, nilai tanahnya dapat turun bahkan harga jual bangunan rumah pun dapat menjadi sangat rendah.

Kata Kunci : Perumahan, Kebisingan, Pesawat Terbang

PENDAHULUAN

Latar Belakang Permasalahan

Seiring dengan laju pertumbuhan penduduk yang semakin tinggi, maka kebutuhan akan perumahan pun semakin bertambah. Sehingga banyak dibangun kawasan atau kompleks perumahan untuk

memenuhi permintaan pasar akan kebutuhan rumah tinggal. Hal-hal yang mempengaruhi pertumbuhan pembangunan perumahan adalah adanya potensi lahan dan aksesibilitas yang memadai. Yang dimaksud dengan adanya potensi lahan adalah ketersediaan lahan yang cukup besar untuk dapat dibangun

rumah tinggal yang banyak. Dan aksesibilitas yang memadai adalah pencapaian menuju lokasi yang mudah dicapai atau dengan kata lain transportasi lancar yang didukung oleh adanya prasarana jalan yang baik.

Kebutuhan akan potensi lahan dan aksesibilitas yang memadai ini, telah membuat perkembangan perumahan dan pemukiman meluas sampai ke kawasan sekitar bandar udara karena biasanya kawasan di sekitar bandar udara kontur tanahnya rata demi memudahkan pesawat udara untuk lepas landas atau pun mendarat di landasan pacu bandar udara. Demikian juga aksesibilitas atau sarana jalan di kawasan bandar udara biasanya sangat memadai karena merupakan salah satu fasilitas penunjang operasional bandar udara.

Satu hal yang kurang menjadi perhatian para pengembang perumahan di kawasan sekitar bandar udara adalah adanya penetapan kawasan kebisingan di area sekitar bandar udara yang dibagi dari kawasan kebisingan tingkat 1 sampai dengan kawasan kebisingan tingkat 3. Kawasan kebisingan adalah kawasan tertentu disekitar bandar udara yang terpengaruh gelombang suara mesin pesawat udara dan yang dapat mengganggu lingkungan. (KepMen. Perhubungan No. KM.91 Tahun1999).

Kebisingan yang dihasilkan oleh bunyi dari pesawat terbang terlebih ketika hendak lepas landas maupun ketika hendak mendarat diperkirakan berkisar 120 dB dan sudah sangat sulit ditoleransi oleh telinga manusia (Maekawa & Lord, 1994).

Di sekitar bandar udara Sam Ratulangi Manado juga telah ada beberapa kompleks perumahan yang dibangun oleh para pengembang demi memenuhi kebutuhan penduduk kota Manado akan perumahan. Padahal semenjak ditetapkan sebagai Bandar Udara Internasional Kelas I B pada tahun 1994 aktivitas penerbangan semakin meningkat. Pada saat ini aktivitas penerbangan di Bandar Udara Sam Ratulangi sudah dimulai pada jam 05.00 wita sampai dengan jam 24.00 wita. Dengan demikian sejak dari pagi hingga malam hari penduduk yang tinggal di sekitar bandar udara dapat terpapar suara bising pesawat terbang yang lepas landas maupun yang mendarat di bandar udara Sam Ratulangi Manado.

Yang akan menjadi studi kasus dalam penelitian ini adalah kompleks perumahan Mapanget Griya Indah IV hal mana lokasi perumahan ini berjarak sangat dekat dengan landasan pacu bandar udara yakni hanya berkisar 1.112 meter.

Jika mengacu pada Keputusan Menteri Perhubungan Nomor : KM-91 tahun 1999, yang menetapkan Kawasan Kebisingan di Sekitar Bandar Udara Sam Ratulangi Manado, maka kompleks perumahan Mapanget Griya Indah IV ini berada pada kawasan kebisingan tingkat 2. Keputusan Menteri Perhubungan Nomor : KM-91 tahun 1999 menyatakan bahwa Kawasan Kebisingan Tingkat 2 adalah merupakan daerah yang mengelilingi landasan dimana tepi luar bagian Utara kawasan ini berjarak maksimum 1.426 meter dari ujung landasan 18 dan tepi luar bagian Selatan, berjarak maksimum 3.536 meter dari ujung landasan 36 serta tepi dalamnya

berbatasan dengan kawasan kebisingan tingkat 3.

Kebisingan lalu lintas sangat wajar mendapat perhatian serius dalam konteks pembangunan yang berkelanjutan. Peningkatan ekonomi yang tidak selaras dengan keseimbangan alam sekitar di perkotaan dapat meniadakan kualitas hidup yang kurang sempurna. (Yaakob Bin Mohd. Jani, 1997). Adanya perumahan di sekitar bandar udara yang terletak pada kawasan kebisingan bandar udara dalam hal ini bandar udara Sam Ratulangi, diperkirakan dapat menimbulkan gangguan dan permasalahan bagi para penghuninya dalam melakukan aktivitas sehari-hari.

Perumusan Masalah

Dari uraian mengenai latar belakang, diketahui adanya permasalahan gangguan kebisingan di kompleks perumahan Mapanget Griya Indah IV yang berdampak pada kenyamanan para penghuninya, yakni :

- Belum diketahuinya angka gangguan kebisingan sebagai akibat dari aktivitas pesawat terbang yang melintas di area perumahan pada siang hari maupun malam hari.
- Ruang-ruang dalam rumah di kompleks perumahan sekitar bandar udara mengalami paparan kebisingan yang dapat melampaui ambang batas sehingga menimbulkan persepsi negatif menurut penghuninya.

Dari kedua pokok permasalahan tersebut, maka bagi perumahan di sekitar bandar udara akan mengalami masalah yakni kemungkinan adanya hambatan dalam proses

kemajuan kehidupan penghuninya, serta masalah lain terkait dengan prospek penjualan dan pengembangannya.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan :

- Mengukur tingkat tekanan suara bising yang dihasilkan oleh pesawat terbang yang melintas di kawasan perumahan sekitar bandar udara Sam Ratulangi Manado, dalam hal ini di Perumahan Mapanget Griya Indah IV.
- Membuat peta zona kebisingan berdasarkan noise rating di Perumahan Mapanget Griya Indah IV.
- Mendapatkan jawaban persepsi dan batasan toleransi tingkat kebisingan dari para penghuni di kompleks perumahan tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Bunyi

Bunyi adalah suatu sensasi yang dirasakan manusia akibat suatu rangsangan pada mekanisme pendengaran manusia yang menghasilkan suatu ekspresi tentang bunyi itu sendiri. Oleh sebab itu bunyi selalu mempunyai kaitan dengan hubungan antara sumber bunyi dan telinga pendengar.

Bunyi merambat dengan kecepatan yang berbeda-beda, tergantung dari media perambatannya. Media atau zat perantara ini dapat berupa zat cair, padat dan gas. Contohnya : suara yang naik di udara, media perambatannya adalah udara.

Ada 2 aspek dari setiap bunyi yang dirasakan oleh pendengaran manusia, yaitu

kenyaringan dan ketinggian dan masing-masing menyatakan sensasi dalam kesadaran pendengar. (Ahmadi Ruslan Hani dan Handoko Riwidikdo, 2009).

Ketinggian bunyi memiliki hubungan dengan nada suara. Besaran fisika yang menyatakan ketinggian bunyi adalah frekuensi. Bunyi dengan nada tinggi memiliki frekuensi yang tinggi dan bunyi dengan nada rendah memiliki frekwensi yang rendah. Frekuensi adalah banyaknya getaran per banyaknya waktu pada waktu lampau, dan ditentukan dalam satuan yang disebu Hertz. Telinga manusia dapat mendengar frekuensi antara 20 Hz – 20.000 Hz. Jangkauan frekuensi audio manusia akan berbeda jika umur manusia juga berbeda. Jangkauan frekuensi ini dapat menurun sejalan dengan bertambahnya umur manusia.

Kenyaringan berhubungan dengan besar kecilnya energi gelombang bunyi dan biasanya dinyatakan dengan skala logaritmik. Satuan skala logaritmik ini adalah Bell atau yang lebih umum dipakai adalah decibel (dB) yang merupakan 1/10 Bell. Pengukuran dengan memakai skala decibel ini, merupakan bentuk pengukuran yang dianggap paling tepat untuk menggambarkan penerimaan bunyi dan bagaimana persepsi kita terhadap bunyi yang diterima.

Telinga manusia dapat mendengar frekuensi dan tekanan bunyi yang luas. Tingkat tekanan bunyi minimum yang mampu membangkitkan sensasi pendengaran di telinga pengamat disebut ‘ambang kemampuan dengar’ (Doelle, 1972). Tekanan bunyi minimum yang dirasakan disebut ‘minimum audible field’ (MAF) sedangkan

tekanan bunyi maksimal yang dirasakan belum dapat didefinisikan dengan jelas. Akan tetapi tekanan bunyi di atas 110 dB dapat menyebabkan suatu sensasi yang tidak nyaman bagi telinga, bahkan dapat menimbulkan rasa sakit. Ada suatu ambang batas penerimaan dimana bunyi tidak lagi dirasakan sebagai bunyi akan tetapi dirasakan sebagai suatu rasa sakit. Dan tingkat intensitas bunyi ini berkisar 130 – 140 dB pada semua frekuensi dan dapat berdampak pada kerusakan jaringan saraf tubuh manusia.

Tabel 1
Tanggapan Terhadap Tingkat Tekanan Bunyi

TEKANAN BUNYI	TANGGAPAN
10 dB	Sangat tenang
20 - 40 dB	Tenang
40 - 60 dB	Sedang
60 - 80 dB	Keras
80 - 100 dB	Sangat Keras
100 - 120 dB	Menulikan

Sumber :
Smith David Lee (2011) " Environmental Issues
For Architecture, hal. 121– tabel 5.3.

Kebisingan

Kebisingan yaitu bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 tahun 1996).

Bising didefinisikan sebagai bunyi yang tidak dikehendaki yang berasal dari aktifitas alam seperti berbicara, dan buatan manusia seperti mesin. (Ahmadi Ruslani dan Handoko Widikdo, 2009). Kebisingan dapat dibedakan menjadi beberapa kategori, yakni :

- Audible Noise (Bising Pendengaran) yang disebabkan oleh frekuensi bunyi antara 32,5 – 8000 Hz.
- Occupational Noise (Bising yang berhubungan dengan pekerjaan), disebabkan oleh bunyi mesin industri/pabrik, mesin ketik, dan lain sebagainya.
- Impuls Noise (Impact Noise = Bising Impuls), terjadi akibat adanya bunyi yang menyentak, misalnya pukulan palu atau ledakan meriam.
- Kebisingan berdasarkan waktu terjadinya, dapat dibagi menjadi :
 - Bising kontinyu : dengan spektrum luas (contoh : karena mesin, kipas angin), sempit (contoh : bunyi gergaji, penutup gas), bising terputus-putus atau intermitten (contoh : bunyi lalu lintas, bunyi pesawat terbang di udara).
 - Bising sehari penuh (full time noise) dan bising setengah hari (part time noise).

- Bising terus-menerus (steady noise) dan bising impulsif (impuls noise) atau pun bising sesaat (letupan).

Saat ini, kebisingan merupakan salah satu penyebab penyakit lingkungan yang penting. Akan tetapi pencemaran bunyi bising seringkali dilupakan atau diabaikan dibandingkan dengan pencemaran lainnya seperti pencemaran air. Keadaan ini berlaku karena pencemaran bunyi bising tidak meninggalkan sisa pada alam atau lingkungan sekitar dalam jangka waktu yang pendek dan tidak merebak luas ke kawasan lain seperti halnya pencemaran atau polusi udara dan pencemaran air. Padahal kebisingan yang berkepanjangan adalah suatu siksaan.

Kebisingan adalah suatu ledakan yang menyusup ke dalam lingkungan hidup, merongrong dan menggerogoti ketenangan hidup. (Sungging Handoko).

Tabel 2
Nilai Rata-Rata Jenis Tekanan Bunyi

SUMBER BUNYI	TEKANAN BUNYI (dB)
Rumah Tinggal	42
Jalan di lokasi perumahan yang tenang	48
Percakapan biasa pada jarak 3 Ft	60
Pabrik yang tidak bising	70
Pabrik yang bising	80
Lalu lintas saat jam sibuk pada jarak 10 Ft	90
Pesawat jet besar sedang berangkat pada jarak 3000 Ft	90
Bus atau truk bermesin diesel pada jarak 30 Ft	94
Pesawat jet besar sedang berangkat pada jarak 500 Ft	115

Sumber :
Smith David Lee (2011) " Environmental Issues For Architecture, ha. 121 – tabel 5.4.

Pada tahun 70-an di Amerika Serikat, tingkat kebisingan kota bertambah 1 dB per tahun dan 10 dB per dekade. Penyebabnya adalah bertambahnya jalan bebas hambatan di perkotaan, peningkatan kepadatan lalu lintas udara, perubahan dari pesawat berpropeller menjadi pesawat jet, dan lain-lain. Kebisingan transportasi merupakan permasalahan yang paling utama. Kebisingan transportasi yang bersumber dari kendaraan truk, kereta api, pesawat udara dan jenis alat

transportasi lainnya memiliki karakteristik yang menyebar luas dan sangat keras.

Dampak Kebisingan Bagi Manusia

Kebisingan merupakan suatu masalah yang berdampak langsung dan mengganggu kegiatan manusia sehari-hari bahkan mengancam tingkat kenyamanan dan kesehatan manusia. (Dodi Rusjadi, dan Maharani R.P, 2011).

Tabel 3
Dampak Kebisingan Suara

Tingkat tekanan suara ini dapat menimbulkan gangguan atau ketidaknyamanan dan menimbulkan efek pada kesehatan seperti gangguan pada sistem saraf ataupun kelelahan secara fisik dan mental.	65 dB (A)
Jika terpapar atau sering mendengar suara pada tingkat tekanan suara seperti ini dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan kehilangan pendengaran atau tuli secara permanen.	90 dB (A)
Pada tingkat tekanan suara ini, penerimaan dalam jangka waktu pendek dapat mengurangi ketajaman pendengaran dan penerimaan untuk jangka waktu yang panjang dapat menyebabkan kerusakan pada organ pendengaran yang sulit diperbaiki kembali	100 dB (A)
Penerimaan suara pada tingkat ini dapat menyebabkan rasa sakit pada telinga	120 dB (A)
Penerimaan suara pada tingkat ini dapat menyebabkan kehilangan pendengaran seketika	150 dB (A)

Sumber :
Szokolay S V (1980) : "Environmental Science Handbook", hal. 189

Dampak kebisingan bagi manusia dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Kebisingan Sebagai Suatu Gangguan Dalam Kehidupan Manusia

Tingkat kebisingan yang tinggi dapat mengganggu efisiensi dan produktivitas kerja karena dapat mempengaruhi konsentrasi pikiran, mengganggu waktu istirahat dan waktu

tidur. Suara dengan level intensitas yang tinggi dapat mengakibatkan peningkatan stres dan ketegangan bahkan meningkatkan kelelahan.

2. Kebisingan Dikaitkan Dengan Dampak Fisiologi

Tingkat kebisingan yang tinggi dapat menyebabkan timbulnya penyakit pada organ-organ tubuh manusia baik

secara temporer ataupun secara permanen. Dapat mengganggu sistem saraf, merusak metabolisme bahkan dapat terjadi gangguan hormonal. Efek fisiologi yang paling dapat dirasakan akibat terpapar kebisingan yang tinggi secara terus menerus adalah kehilangan pendengaran / tuli. Kerusakan atau gangguan sistem pendengaran akibat kebisingan adalah :

- Hilang pendengaran untuk sementara waktu dan dapat pulih kembali apabila kebisingan tersebut dapat dihindarkan.
- Menjadi kebal terhadap kebisingan.
- Telinga berdengung
- Hilang pendengaran atau dengan kata lain menjadi tuli permanen.

3. Kebisingan Dikaitkan Dengan Dampak Sosial

Kawasan perumahan yang terletak pada daerah yang berdekatan dengan sumber kebisingan yang tinggi seperti di kawasan sekitar bandar udara, nilai tanahnya dapat turun bahkan harga jual bangunan rumah pun dapat menjadi sangat rendah.

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan adalah Metodologi Penelitian Kuantitatif yang menerapkan teknik pengukuran lapangan, kusioner dan dianalisis secara kuantitatif. Lokasi pengukuran lapangan untuk penelitian ini dilaksanakan di kompleks perumahan Mapanget Griya Indah IV yang terletak di kawasan sekitar Bandar Udara Sam Ratulangi Manado. Pengukuran yang dilakukan

meliputi pengukuran aspek suara pesawat terbang yang melintas di atas kompleks perumahan, sedangkan kusioner mengenai respon atau persepsi ambang bising oleh penghuni perumahan. Rincian kegiatan dijelaskan sebagai berikut:

1. Penentuan Area / Batas Pengamatan

Pengukuran lapangan yang dilakukan terletak didalam kompleks perumahan Mapanget Griya Indah IV yang dibagi atas 4 titik lokasi pengukuran. Penentuan titik lokasi pengukuran didasarkan pada jarak dari garis lintasan pesawat udara baik pada saat lepas landas atau pun pada saat hendak mendarat.

2. Pengukuran Suara, Kusioner dan Lokasi Titik Ukur

Jenis pengukuran suara meliputi pengukuran suara pesawat terbang yang melintas di atas kompleks perumahan pada saat baru lepas landas dan pada saat akan mendarat. Lokasi titik ukur meliputi ruang luar dan ruang dalam rumah pada 4 titik yang tersebar di area kawasan pengamatan. Pada saat bersamaan dengan pengukuran, dilakukan pengisian kusioner mengenai respon tingkat bising oleh para penghuni perumahan. Jumlah sampel/responden disesuaikan dengan populasi yang ada di kompleks perumahan. Sesuai data yang diambil maka jumlah KK yang tinggal di kompleks perumahan adalah 140 KK dengan asumsi setiap rumah terdapat 4 jiwa , maka total populasi terdapat 560 orang. Apabila dipakai rasio tingkat kesalahan sampel (error sampling) sebesar

10% berdasarkan tabel perhitungan Harry King, maka diperlukan sampel sebanyak 55 orang.

HASIL PENELITIAN

Berdasarkan hasil pengukuran di lokasi perumahan, maka dapat dihitung tingkat kebisingan atau noise rating (NR) dengan rumus :

$$\text{WECPNL} = \text{dBA} + 10 \log_{10} N - 27$$

- Keterangan :
- WECPNL = Weighted Equivalent Continous Perceived Noise Level. Merupakan satu diantara beberapa Index tingkat kebisingan pesawat yang ditetapkan dan direkomendasikan oleh ICAO (International Civil Aviation Organization).
 - dBA = Nilai desibel bobot A (A-Weighted) yang diperoleh dari rata-rata hasil pengukuran pada tekanan suara yang paling puncak.
 - N = Jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat udara yang dihitung berdasarkan pembagian waktu yakni :
 - N_1 = Jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat udara dari jam 07.00 – 19.00
 - N_2 = Jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat udara dari jam 19.00 – 22.00
 - N_3 = Jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat udara dari jam 22.00 – 07.00
 - Dimana :
 - $N = N_1 + 3N_2 + 10N_3$

Tabel 4
Hasil Pengukuran

No.	Titik Pengukuran	Jumlah Pesawat	N	WECPNL	
				Dalam	Luar
1	A	11	22	72,33	81,5
2	B	12	23	79,43	81,16
3	C	17	28	81,95	82,38
4	D	19	30	83,79	91,35
Nilai Rata-Rata				79,375	84,0975

Sumber :
Pengukuran Lapangan

Menurut Keputusan Menteri Perhubungan No. KM. 91 Tahun 1999 tentang Kawasan Kebisingan di Bandar Udara Sam Ratulangi – Manado, maka Kawasan Kebisingan tingkat 2 mempunyai nilai tingkat kebisingan lebih besar atau sama dengan 75 WECPNL sampai dengan lebih kecil 80 WECPNL ($75 \leq \text{WECPNL} < 80$).

Berdasarkan hasil pengukuran maka diperoleh nilai rata-rata WECPNL : 79, 38 dB pada titik-titik pengukuran di dalam rumah dan 84,10 dB pada titik-titik pengukuran di luar rumah. Hal ini menunjukkan bahwa ada peningkatan nilai kebisingan khususnya pada titik-titik pengukuran di luar rumah. Padahal sesuai Keputusan Menteri Perhubungan no.KM 91 taun 1999 kawasan kebisingan tingkat 2 nilai WECPNL maksimum adalah 80 dB. Sedangkan hasil yang diperoleh di kompleks perumahan adalah 84,10.

Peningkatan nilai kebisingan ini disebabkan oleh bertambahnya jumlah pesawat yang terbang dan mendarat di bandar udara Sam Ratulangi Manado setiap hari. Dengan kata lain, jadwal penerbangan semakin padat.

Pada lokasi atau titik pengukuran A yang berada tepat di bawahjalur lintasan pesawat terbang, diperoleh hasil pengukuran di dalam rumah : 72,33dB dan pengukuran diluar rumah : 81,50 dengan jumlah pesawat yang terekam adalah 11 dengan demikian $N = 22$.

Pada titik pengukuran C diperoleh hasil pengukuran di dalam rumah : 81,95 dB dan di luar rumah : 82,38 dengan jumlah pesawat : 17 dan $N = 28$. Titik pengukuran C

merupakan lokasi terjauh dari lintasan pesawat dan adalah salah satu titik terluar dari kompleks perumahan. Ternyata nilai pengukuran di titik C lebih tinggi dari nilai pengukuran di titik A. Hal yang membedakan adalah jumlah pesawat, dimana pada titik C jumlah pesawat yang melintas pada saat pengukuran lebih banyak sehingga nilai N juga bertambah menjadi lebih banyak. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa jumlah atau banyaknya pesawat yang melintas di atas kompleks perumahan sangat mempengaruhi tingkat kebisingan yang diterima oleh penduduk di kompleks perumahan tersebut. Sedangkan posisi rumah yang berada tepat di atas jalur lintasan pesawat atau pun yang berada di samping jalur lintasan pesawat atau pun berada pada titik terjauh dari jalur lintasan pesawat tidak terlalu mempengaruhi tingkat kebisingan di kompleks perumahan tersebut.

Kemudian berdasarkan kuisisioner yang diedarkan pada para penghuni di kompleks perumahan Mapanget Griya Indah IV, maka diperoleh hasil bahwa lokasi perumahan ini diminati oleh para penghuni sebagian besar karena alasan dekat dengan tempat kerja. Dan menurut para penghuni perumahan tingkat kebisingan yang dirasakan masih pada taraf cukup bising dan sebagian besar tidak merasakan adanya gangguan pendengaran. Hal ini mungkin disebabkan oleh usaha adaptasi atau penyesuaian dengan lingkungan di sekitar tempat tinggal sehingga bunyi bising pesawat terbang sudah dianggap bagian dari kehidupan mereka. Namun para penghuni tetap merasakan ada waktu-waktu dimana mereka sulit bertoleransi dengan

bunyi bising pesawat terbang sebagaimana yang terungkap pada data kuisisioner, yakni : pada waktu bercakap – cakap, menonton TV dan pada waktu tidur malam hari.

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian secara garis besar ialah :

- Berdasarkan hasil pengukuran pada empat titik lokasi pengukuran, maka diperoleh nilai rata-rata WECPNL : 79, 38 dB pada titik-titik pengukuran di dalam rumah dan 84,10 dB pada titik-titik pengukuran di luar rumah. Jika mengacu pada Keputusan Menteri Perhubungan No. KM. 91 Tahun 1999 tentang Kawasan Kebisingan di Bandar Udara Sam Ratulangi – Manado dapat dilihat adanya peningkatan nilai kebisingan khususnya pada titik-titik pengukuran di luar rumah. Karena pada kawasan kebisingan tingkat 2 nilai WECPNL maksimum adalah 80 dB. Sedangkan hasil pengukuran rata-rata pada titik-titik ukur di luar rumah adalah 84,10 dB.
- Peningkatan nilai kebisingan di kawasan sekitar bandar udara Sam Ratulangi Manado khususnya di lokasi perumahan Mapanget Griya Indah IV disebabkan oleh jumlah pesawat terbang yang terbang atau pun yang mendarat di bandar udara semakin meningkat. Dengan kata lain semakin banyak pesawat terbang yang lepas landas atau pun yang mendarat di bandar udara semakin tinggi pula nilai kebisingan yang diperoleh.
- Menurut para penghuni Mapanget Griya Indah IV tingkat kebisingan yang

dihasilkan oleh bunyi pesawat terbang yang melintas di kompleks perumahan tersebut masih dalam taraf cukup bising dan mereka tidak merasakan adanya gangguan pendengaran. Walaupun dalam aktivitas sehari – hari mereka merasa terganggu dengan suara bising pesawat disaat aktivitas menonton TV, bercakap-cakap dan ketika tidur malam hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Chaeran, Mochamad (2008), “Kajian Kebisingan Akibat Aktifitas di Bandara (Studi Kasus Bandara Ahmad Yani)” Semarang, Master Thesis, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.
- Chrystanti, Ria, “Prediksi dan Pemetaan Tingkat Kebisingan di Bandar Udara Pacitan Dengan Metode FAA (Federal Aviation Administration) dan ECAC (European Civil Aviation Conference)”, Undergraduate – ITS, Teknik Lingkungan FTSP – ITS.
- Cvetkovic, D., Prasecevic, M., “Strategic Direction in Implementation of Environmental Noise Directive in International and National Legislation”, Series Physics, Chemistry and Technology Vol. 4, No. 1, 2006, Facta University.
- Everest, F. Alton, Pohlmann, Ken C. (2009), “Master Handbook of Acoustics”, Fifth Edition USA : Mc Graw Hill.
- Hani, A, Ruslan, & Riwidikdo, Handoko, (2009), “Fisika Kesehatan” Jogjakarta, Mitra Cendikia Press.
- Handoko, Sungging, Jurnal “Kebisingan dan Pengaruhnya Pada Lingkungan Hidup”.
- Ibrahim, Mansor B., Lee Siow Yin (1997), Makalah “Beberapa Spesis Pokok Tropika Dalam Menebat Bunyi Bising”, International Symposium Saving Our City Environment Towards Anticipating Urbanization Impact in 21 st Century, Malang-Indonesia, September 8-9, 1997.
- I Dewa Putu Suma, “Pengaruh Kebisingan Bandar Udara Terhadap Masyarakat Pemukim di Sekitar Bandar Udara Internasional Jakarta Soekarno-Hatta” , Tesis, Universitas Indonesia.
- Maekawa, Z. and Lord, P. (1994). “Environmental and Architectural Acoustics”, London, E & FN SPON.
- Muliastari, Ataline, (2011), “Penentuan Kawasan Kebisingan Bandara Polonia Medan”, Jurnal Penelitian Perhubungan Udara Vol. 37.
- Porteous, J. Douglas, (1977), “Environment and Behavior : Planning and Everyday Urban Life”, Massachusetts, Addison - Wesley Publishing Company.
- Prasetio, Satwiko, (2008), “Fisika Bangunan”, Yogyakarta, ANDI
- Pratomo, Rahmat Aris, Kurniawan, Eddi Basuki, Prayitno, Gunawan, (2009) “Guna Lahan di Kawasan Sekitar Bandar Udara Mutiara Kota Palu”, Jurnal Tata Kota dan Daerah Vol. 1, No. 1.
- Rachman, Ranno Marlany, (2007), “Kajian Manajemen Lingkungan Bandar Udara Ahmad Yani Semarang”, Master Thesis Universitas Diponegoro.
- Rusjadi, Dodi, Palupi, Maharani R. (2011), “Kajian Metode Sampling Pengukuran Kebisingan Dari Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996”, Jurnal Standarisasi Vol. 13, No. 3.
- Sangkertadi, (2006), “Fisika Bangunan”, Bogor, Pustaka Wirausaha Muda,
- Slamet, J. Soemirat, (2002) “Kesehatan Lingkungan” Yogyakarta, Gadjah Mada University Press.
- Smith B. J. (1996), “Acoustics and Noise Control”. Malaysia, Logman Group UK Ltd.
- Smith, David Lee, (2011), “Environmental Issues for Architecture” Hoboken – New Jersey, John Wiley & Sons Inc.
- Stanton, Neville; Hedge, Alan; Brookhuis, Karel; Salas, Eduardo; Hendrick, Hal; (2005), “Handbook of Human Factors

-
- and Ergonomics Methods*”, Florida : CRC Press.
- Sugito, Nanin Trianawati, (2010), “*Analisis Informasi Tiga Dimensi Dalam Keselamatan Penerbangan Daerah Perkotaan*” (*Studi Kasus : Bandara Husein Kartanegara*), Gea Vol. 10 No.2.
 - Susanto, A., (2006), Jurnal, “*Kebisingan Serta Pengaruhnya Terhadap Kesehatan Lingkungan*”.
 - Szokolay, S. V., (1980), “*Environmental Science Handbook*”, Lancaster – England : The Construction Press Ltd.
 - Yaakob Bin Mohd. Jani, (1997), Makalah “*Pembangunan dan Masalah Pencemaran Bunyi Trafik di Johor Bahru, Malaysia*” International Symposium Saving Our City Environment Towards Anticipating Urbanization Impact in 21 st Century, Malang-Indonesia, September 8-9, 1997.
 - Yoshioka, Hiroshi ; Sugawara, Masayuki; Iwasaki, Kiyoshi; Yamada, Ichiro; “*Comparison of Noise Calculation Method Between AERC Model and ECAC*”