

Analisis Penentuan Barrier pada Bandara Udara Berdasarkan Peta Kontur Kebisingan

Analysis of Barrier Determination at Airports Based on Noise Contour Map

Rachmi Layina Chimayati^{1*)}

¹Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Baturaja
Correspondent Author : rachmi_layina@ft.unbara.ac.id

ABSTRACT

Airport operational activities can cause noise and problems for the surrounding environment, such as the community around the airport. Settlements around the airport are the first subjects who are most vulnerable to physical and psychological disorders such as hearing damage caused by airport activities, especially the sound generated by aircraft jet engines during take off and landing. Therefore, it was necessary to control noise in the environment around the airport to reduce the potential dangers caused by airport noise that can interfere with human comfort and health.

This research was to collect primary and secondary data at the airport at 7 times according to KEPMEN LH No.48 of 1996 using Sound Level Meter (SLM) and Global Positioning System (GPS) as a tool to determine the coordinates of the sampling location. The purpose of this study was to collect and read noise level data at the airport as an effort to determine the right barrier.

The noise level has been set in the regulation of KEPMEN LH No. 48 of 1996. This study uses Surfer Software to process research data that was taken directly. The results of the study showed that the highest noise value occurred during holidays with the average noise value. Weekdays air side area : 70.39 dB(A) Weekend air side area : 72.04 dB(A), Weekdays land side area : 69.54 dB (A), Weekend land side area: 70.76 dB(A), Environmental management efforts can be carried out by installing insulation or soundproofing in airport operational buildings, making barriers by making walls and planting shrubs around the road leading to the airport and maintain and develop the planting of shade plants in the buffer zone bordering the settlement.

Keywords: Airport, Barrier, Noise.

ABSTRAK

Kegiatan operasional bandara udara dapat menimbulkan kebisingan dan masalah bagi lingkungan sekitar, seperti masyarakat sekitar bandara. Pemukiman sekitar Bandara adalah subjek pertama yang paling rentan terhadap gangguan fisik dan psikis seperti kerusakan pendengaran yang diakibatkan oleh aktifitas bandara khususnya suara yang ditimbulkan oleh mesin jet pesawat pada saat lepas landas (take off) dan pendaratan (landing). Oleh karena itu diperlukan upaya pengendalian kebisingan di lingkungan sekitar bandara Untuk mengurangi potensi bahaya yang ditimbulkan dari kebisingan bandara yang dapat mengganggu kenyamanan dan kesehatan manusia.

Penelitian ini adalah melakukan pengambilan data primer dan skunder di bandara udara pada 7 waktu sesuai dengan KEPMEN LH No.48 Tahun 1996 dengan menggunakan

Sound Level Meter (SLM) dan Global Positioning System (GPS) Sebagai alat menentukan titik koordinat lokasi pengambilan sampel. Tujuan penelitian ini adalah melakukan pengambilan dan pembacaan data tingkat kebisingan di bandar udara sebagai upaya penentuan barrier yang tepat.

Tingkat kebisingan yang telah ditetapkan pada peraturan KEPMEN LH No.48 Tahun 1996. Penelitian ini menggunakan Software surfer untuk mengolah data penelitian yang diambil secara langsung. Hasil penelitian nilai kebisingan tertinggi terjadi pada saat hari libur dengan rata-rata nilai kebisingannya Wilayah sisi Udara Weekdays : 70,39 dB(A) Wilayah sisi Udara Weekend :72,04 dB(A), Wilayah sisi Darat Weekdays : 69,54 dB(A), Wilayah sisi darat Weekend : 70,76 dB(A), Upaya pengelolaan lingkungan dapat dilakukan dengan pemasangan insulasi atau peredam suara pada gedung operasional bandar udara, pembuatan barrier dengan pembuatan dinding dan menanam tanaman perdu disekitar badan jalan yang menuju bandar udara serta mempertahankan dan mengembangkan penanaman tumbuhan perindang pada zona penyangga yang berbatasan dengan pemukiman.

Kata kunci: Bandara Udara, Barrier, Kebisingan

PENDAHULUAN

Kebisingan merupakan salah satu gangguan yang dapat mengakibatkan terganggunya kesehatan manusia maupun kegiatan manusia. Kebisingan merupakan salah satu pencemaran polusi udara yang biasanya timbul didaerah ramai pemukiman ataupun di wilayah pelayanan publik. Kebisingan biasanya ditimbulkan oleh mesin, kendaraan, ataupun kegiatan manusia yang menimbulkan suara yang cukup berisik atau tingkat suaranya sangat tinggi.

Salah satu sumber kebisingan yang cukup signifikan berasal dari sektor penerbangan. moda transportasi udara ini cukup memberikan kontribusi kebisingan untuk warga sekita bandara udara maupun para pekerja yang beradar disekitar bandara tersebut.

Kebisingan yang ditimbulkan oleh pesawat terbang dapat memberikan dampak negatif kepada masyarakat di pemukiman sekitar bandara, yaitu terganggunya komunikasi, aktivitas bermasyarakat, menurunnya kualitas hidup, dan terganggunya kesehatan secara signifikan jika paparan yang terjadi termasuk ke dalam kebisingan tingkat tinggi jika terpapar secara terus-menerus dalam

periode waktu yang lama. Penyebaran kebisingan yang dihasilkan oleh pesawat saat melakukan take-off dan landing mengikuti jalur pergerakan pesawat. Hal ini menyebabkan masyarakat yang tinggal di Kawasan sekitar bandara dan yang termasuk ke dalam jalur penerbangan pesawat akan terpapar kebisingan

Kebisingan yang dihasilkan oleh bunyi pesawat terbang terleboh Ketika hendak lepas landas maupun Ketika hendak mendarat diperkirakan berkisar 120 dB(A) dan sudah sangat sulit ditoleransi oleh telinga manusia (Maekawa & Lord, 1994). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui persebaran peta kebisingan yang terjadi kemudian menentukan barrier yang cocok untuk mengurangi kebisingan yang ditimbulkan.

Menurut Buchari (2007), kebisingan dibagi menjadi 4 jenis yaitu :

1. Kebisingan kontinyu dengan spektrum frekuensi luas, misalnya mesin-mesin, dapur pijar, dan lain-lain. Kebisingan yang kontinyu dengan spektrum frekuensi yang sempit, misalnya gergaji serkuler, katup gas, dan lain-lain,
2. Kebisingan terputus-putus (*intermittent/interuted noise*) adalah kebisingan dimana suara meninggi kemudian

melemah secara perlahan-lahan, misalnya lalu-lintas, suara kapal terbang di lapangan udara.

Berdasarkan pengaruhnya terhadap manusia, bising dibagi atas :

1. Bising yang mengganggu (*irritating noise*) : Intensitas tidak terlalu keras, misalnya mendengar.
2. *Masking noise* : merupakan bunyi yang menutupi pendengaran dengan jelas. Secara tidak langsung bunyi tersebut akan mempengaruhi kesehatan dan keselamatan pekerja, seperti teriakan isyarat atau tanda bahaya tenggelam dari bising dari sumber lain.
3. Bising merusak (*damaging/injurious noise*), adalah bunyi yang melampaui Nilai Ambang Batas. Bunyi jenis ini akan merusak / menurunkan fungsi pendengaran.

BAHAN DAN METODE

Metodologi penelitian yang digunakan adalah Metodologi Penelitian Kuantitatif yang menerapkan teknik pengukuran lapangan secara langsung dilokasi bandara udara, dan akan dianalisis secara kuantitatif.

Dalam penelitian ini instrumen penelitian yang akan dipakai adalah : 1. Sound Level Meter type NA 20 dengan range pengukuran 30 – 130 dB (A) untuk mengukur nilai tingkat kebisingan; Global Positioning System (GPS) untuk menentukan titik kordinat lokasi sampling yang telah ditentukan sebelumnya; Stopwatch untuk memberi tanda waktu pengukurab sampling.

Dalam penelitian ini dilakukan dengan melakukan analisis data sesuai Kep 48 /MENLH/11/1996, 25 Nopember 1996. Pengukuran tingkat kebisingan dapat dilakukan dengan dua cara:

1. Cara Sederhana yakni dengan sebuah sound level meter biasa diukur tingkat tekanan bunyi dB (A) selama 10

(sepuluh) menit untuk tiap pengukuran. Pembacaan dilakukan setiap 5 (lima) detik.

2. Cara Langsung dengan cara sebuah integrating sound level meter yang mempunyai fasilitas pengukuran LTM5, yaitu Leq dengan waktu ukur setiap 5 detik, dilakukan pengukuran selama 10 (sepuluh) menit.

Waktu pengukuran dilakukan selama aktifitas 24 jam (LSM) dengan cara pada siang hari tingkat aktifitas yang paling tinggi selama 16 jam (LS) pada selang waktu 06.00 – 22.00 dan aktifitas malam hari selama 8 jam (LM) pada selang 22.00 – 06.00. Setiap pengukuran harus dapat mewakili selang waktu tertentu dengan menetapkan paling sedikit 4 waktu pengukuran pada siang hari dan pada malam hari paling sedikit 3 waktu pengukuran, sebagai contoh :

- L1 diambil pada jam 08.00 mewakili jam 06.00 – 09.00
- L2 diambil pada jam 10.00 mewakili jam 09.00 – 11.00
- L3 diambil pada jam 15.00 mewakili jam 14.00 – 17.00
- L4 diambil pada jam 18.00 mewakili jam 17.00 – 22.00
- L5 diambil pada jam 22.00 mewakili jam 22.00 – 24.00
- L6 diambil pada jam 00.00 mewakili jam 24.00 – 03.00
- L7 diambil pada jam 05.00 mewakili jam 03.00 – 06.00

Perhitungan :

Pengukuran kebisingan, diperoleh hasil Perhitungan memakai persamaan :

$$L_m = 10 \text{ Log } (1/8) (T_5 \cdot 10^{0,1L_5} + \dots + T_7 \cdot 10^{0,1L_7}) \text{ dB (A)}$$

$$L_s = 10 \text{ Log } (1/16) (T_1 \cdot 10^{0,1L_1} + \dots + T_4 \cdot 10^{0,1L_4}) \text{ dB (A)}$$

Untuk mengetahui apakah tingkat kebisingan sudah melampui baku tingkat kebisingan, maka perlu di cari nilai Lsm dari pengukuran di lapangan, Lsm dihitung dengan rumus :

$$L_{sm} = 10 \log \frac{1}{24} (16 \cdot 10^{0,1L_s} + 8 \cdot 10^{0,1L_m+3}) \text{ dB(A)}$$

Keterangan :

Leq = Equivalent Continuous Noise atau Tingkat Kebisingan Sinambung Setara ialah Nilai tingkat kebisingan dari kebisingan yang berubah-ubah (fluktuatif) selama waktu tertentu, yang setara dengan tingkat kebisingan dari kebisingan yang tetap (steady) pada selang waktu yang sama, satuannya adalah dB (A).

Ls = Leq selama siang hari.

Lm = Leq selama malam hari.

Lsm = Leq selama siang dan malam hari.

Metode Evaluasi nilai Lsm yang dihitung dibandingkan dengan nilai baku tingkat kebisingan yang ditetapkan dengan toleransi +3 dB(A). Dari data yang telah didapat tersebut yakni di 23 titik sampel tersebut dapat dijadikan hasil untuk menerangkan kondisi kebisingan di titik-titik sampling, kemudian juga dapat dihitung persebaran kebisingan di titik-titik tambahan. Titik-titik tambahan ini digunakan untuk memperoleh nilai sebaran tingkat kebisingan di kawasan penelitian. Titik tambahan ini diberi jarak 50 meter disetiap titik hingga jarak maksimum 200 meter dari titik sampling utama. Kemudian dihitung intensitas kebisingannya dengan rumus:

$$LP2 = LP1 - 10 \log (r2/ r1)$$

Dimana:

- LP1 = Tingkat kebisingan jarak r1 dB (A)
- LP2 = Tingkat kebisingan jarak r2 dB (A)
- r1 = Jarak titik 1 dari sumber kebisingan
- r2 = Jarak titik 2 dari sumber kebisingan

HASIL

Hasil Penelitian yang didapatkan berdasarkan data primer yang telah dilakukan melalui sampling pengukuran kebisingan secara langsung di 16 titik sampling area bandara. Setelah dilakukan perhitungan nilai kebisingan maka akan disinkronkan dengan nilai baku mutu yang

berlaku yakni NAB menurut Kepmenaker No. per-51/ MEN/ 1999, ACGIH, 2008 dan SNI 16-7063-2004 adalah 85 dB untuk pekerja yang sedang bekerja selama 8 jam perhari atau 40 jam perminggu. Nilai ambang batas untuk kebisingan di tempat kerja adalah intensitas tertinggi dan merupakan rata-rata yang masih diterima tenaga kerja tanpa menghilangkan daya dengar yang tetap untuk waktu terus-menerus tidak lebih dari 8 jam sehari atau 40 jam perminggu.

Berikut merupakan nilai perhitungan yang telah dilakukan di salah satu bandara X maka didapatkan hasil berikut :

Tabel 1. Hasil Perhitungan Kebisingan di Bandara Udara.

NO	LOKASI SAMPLING	SENIN	SELASA	RABU	KAMIS	JUMAT	SABTU	MINGGU	BAKU MUTU
1	Apron 1	74,85	76,46	77,56	78,52	78	77,43	78,84	80
2	Apron 2	76,59	75,38	77	76,21	78,1	77,76	75,22	80
3	Inspeksi 1	69,32	66,82	68,84	68,08	73,2	68,39	72,67	80
4	Inspeksi 2	66,77	68,81	67,76	67,46	72,8	68,36	71,84	80
5	Inspeksi 3	69,34	67	71,29	70,24	70,6	74,78	70,46	80
6	Inspeksi 4	73,01	65,93	66,76	68,07	71,3	73,3	71,06	80
7	Inspeksi 5	70,73	70,35	72,41	69,21	69,5	74,67	68,76	80
8	Inspeksi 6	68,91	68,92	69,42	68,02	70,4	71,48	69,36	80
9	Inspeksi 7	68,51	68,36	70,29	68,55	68	71,03	69,59	80
10	Inspeksi 8	71,19	70,43	69,92	68,29	67,2	71,65	69,54	80
11	Penduduk 1	69,74	70,94	69,07	71,36	71	71,38	71,67	55
12	Penduduk 2	67,42	69,22	68,98	67,72	68,5	68,59	73,38	55
13	Penduduk 3	68,26	71,31	69,28	74,07	70	69,86	72,75	55
14	Penduduk 4	69,59	68,84	71	68,04	68,2	72,05	71,21	55
15	Penduduk 5	69,23	67,76	72,78	68,39	68,1	72,15	67,93	55
16	Penduduk 6	68,41	68,82	68,75	72,54	67,7	70,6	69,39	55

Setelah didapatkan nilai kebisingan maka dilakukan perencanaan teknik reduksi dengan penghalang atau pembatas. Namun sebelum dilakukan perancangan maka dilakukan perhitungan nilai reduksi untuk mendapatkan nilai optimal hasil pengurangan kebisingan yang terjadi.

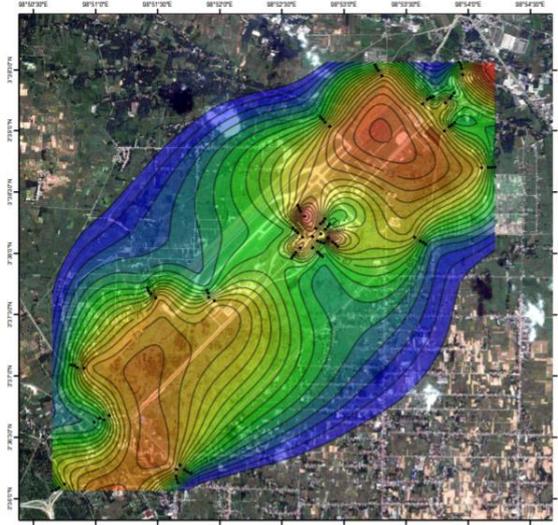
Perhitungan Tingkat Reduksi kebisingan oleh barrier buatan yang terbuat dari pasangan batu bata maka, dapat digunakan persamaan Fresnel Miller dan Montone (1978) sebagai berikut :

- Ketinggian sumber bising (Hs) adalah 2,1 m dengan pertimbangan bahwa ketinggian mesin pesawat terbang sama dengan tinggi garbarata (tangga penumpang) yakni 2,1m dari tanah
- Tinggi penerima (Hp) adalah tinggi manusia, dan rata-rata tinggi manusia Indonesia adalah 160 cm

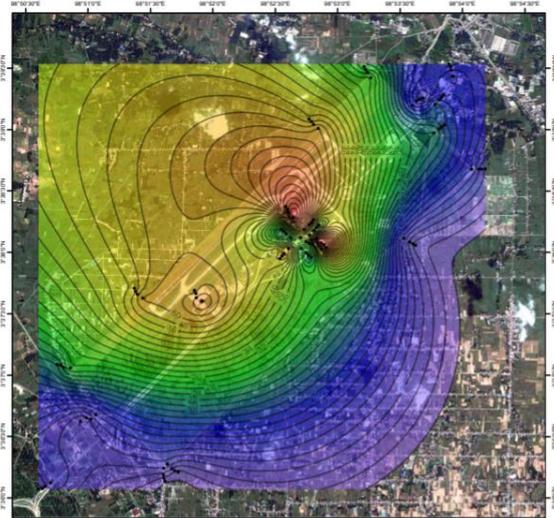
- Jarak sumber bising ke penghalang (R) dibuat bervariasi dengan tujuan agar mendapatkan nilai paling maksimal untuk menurunkan tingkat kebisingan yang diharapkan
- Jarak penerima ke penghalang (D) dibuat bervariasi dengan tujuan untuk menentukan nilai penurunan tingkat kebisingan optimal
- Tinggi efektif penghalang (H_b) adalah antara 3-4 meter dengan tujuan untuk mendapatkan tinggi efektif agar dapat menentukan penurunan tingkat kebisingan yang terjadi.

Tabel 2. Hasil Reduksi Kebisingan setelah Digunakannya Barrier Alami dan Buatan

No	Lokasi Sampling	Nilai Max Kebisingan	Barrier Buatan	Barrier Alami	Setelah Reduksi	Baku mutu
1	Apron 1	78,84		4,6	74,24	80
2	Apron 2	78,14		4,6	73,54	80
3	Inspeksi 1	73,22	17,8	27,62	27,82	80
4	Inspeksi 2	72,78	17,8	4,6	50,38	80
5	Inspeksi 3	74,78	17,8	4,6	52,38	80
6	Inspeksi 4	73,3	17,8	23	32,5	80
7	Inspeksi 5	74,67	17,8	34,5	22,37	80
8	Inspeksi 6	71,48	17,8	46	7,68	80
9	Inspeksi 7	71,03	17,8	48,3	4,93	80
10	Inspeksi 8	71,65	17,8	50,6	3,25	80
11	Penduduk 1	71,67	17,8	51,75	2,12	55
12	Penduduk 2	73,38	17,8	43,7	11,88	55
13	Penduduk 3	74,07	17,8	39,1	17,17	55
14	Penduduk 4	72,05	17,8	41,4	12,85	55
15	Penduduk 5	72,78	17,8	47,15	7,83	55
16	Penduduk 6	72,54	17,8	48,3	6,44	55



Gambar 1. Peta Kontur Kebisingan Rata-rata Weekend Wilayah Udara dan Darat.



Gambar 2. Peta Kontur Kebisingan Rata-rata Weekend Wilayah Udara dan Darat setelah Direduksi dengan Barrier



Gambar 3. Bentuk Rencana Barrier yang Direncanakan, (merah adalah tembok batu bata diplester dan hijau adalah tanaman perdu)

PEMBAHASAN

Dari hasil yang di dapatkan oleh Tabel 1 dari keseluruhan hasil tingkat kebisingan yang terjadi masih banyak sekali yang melebihi nilai baku mutu yang telah ditetapkan oleh Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP48 / MNLH / 11 / 1996 tanggal 25 Nopember 1996, dari total keseluruhan lokasi yang melebihi baku mutu merupakan lokasi titik sampling yang berada di wilayah pemukiman penduduk.

Hal ini dikarenakan karena beberapa faktor yakni seperti untuk di wilayah dalam bandara dipengaruhi oleh tingginya jumlah aktifitas pengunjung yang datang atau berada di area tersebut.

Hasil penelitian nilai kebisingan tertinggi terjadi pada saat hari libur dengan rata-rata nilai kebisingannya Wilayah sisi Udara Weekdays : 70,39 dB(A) Wilayah sisi Udara Weekend : 72,04 dB(A), Wilayah sisi Darat Weekdays : 69,54 dB(A), Wilayah sisi darat Weekend : 70,76 dB(A), Wilayah sisi Udara-Darat Weekdays : 69,35 dB(A), Wilayah sisi Udara-Darat Weekend : 70,30 dB(A)

Untuk wilayah pemukiman penduduk tingginya nilai kebisingan terjadi diakibatkan oleh padatnya pemukiman serta tingginya tingkat lalu lintas yang cukup signifikan tiap harinya, dikarenakan di area penduduk ini tingkat kebisingannya dipengaruhi oleh beberapa faktor. Selain dipengaruhi oleh suara dari mesin pesawat yang terbang diatas area pemukiman juga dipengaruhi oleh suara kendaraan yang berlalu lalang menuju kearah bandara. Jadi untuk wilayah pemukiman ini adalah area jalan alternatif selain jalan utama menuju bandara yang memang biasa di lewati oleh para pengunjung bandara.

Setelah didapatkan nilai-nilai kebisingan eksisting, maka perlunya dilakukan pengurangan atau reduksi tingkat kebisingan yang terjadi guna mengurangi dampak yang nantinya dapat merugikan pihak bandara ataupun pihak pengunjung. Karena kebisingaan ini dapat menimbulkan dampak menurunnya kesehatan pendengaran pada pekerja dan juga mengganggu tingkat kenyamanan bagi pengunjung yang ada di dalam bandara itu sendiri, maka diputuskan untuk merencanakan kembali alternatif yang dapat diaplikasikan yang dengan baik untuk wilayah tersebut dan juga mengurangi tingkat kebisingan yang terjadi yakni dengan cara pembangunan atau pembuatan barrier alami yang terdiri dari tanaman perdu pohon untuk yang di area luar gedung

terminal dan tanaman dalam pot untuk area di dalam gedung terminal. Sedangkan barrier buatan ialah penghalang bunyi yang dibuat dari bahan seperti beton, kaca, kayu, logam atau besi.

Barrier buatan yang terbuat dari pasangan batu bata yang diplester untuk di area terluar bandara yang nantinya akan mengisolasi seluruh wilayah terluar bandara yang membatasi dengan area penduduk dan bandara itu sendiri. Bahan peredam suara untuk mengurangi kebisingan dapat menggunakan bahan-bahan jadi yang sudah ada ataupun membuatnya sendiri, diantara yang sudah ada tersebut antara lain adalah bahan berpori, resonator dan panel

diperhatikan dari penggunaan barrier alami adalah penutupan celah agar barrier alami rapat yaitu dengan cara menanam secara bercampur antara pohon besar dan pohon perdu. Jenis pohon yang ditanam harus sesuai dengan ekosistem setempat (tanaman local) agar tanaman dapat bertahan lama. Pohon ini harus memiliki kriteria sebagai berikut :

- Mudah tumbuh
- Perawatannya mudah
- Bercabang dan beranting banyak
- Daunnya tidak mudah rontok
- Dan memmiliki nilai keindahan

agar menambah estetika lingkungan.

Area pemukiman penduduk ini akan diantisipasi dengan 2 metode yakni dengan pengaplikasian barrier buatan dan juga barrier alami. Barrier buatan akan di buat tepat di batas terakhir tanah milih bandara mengelilingi seluruh wilayah bandara dan kemudian 50 m dari barrier buatan setinggi 4m akan ditanami dengan tamana perdu untuk mengurangi tingkat kebisingan yang terjadi di area bandara. Jadinya nanti barrier-barrier ini akan mengisolasi bandara dari kebisingan yang dapat menyebar ke wilayah pemukiman sekaligus menjaga keamanan wilyah bandara dari penyusup

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil suatu kesimpulan bahwa :

1. Nilai kebisingan yang dilakukan selama 1 minggu dipisahkan menjadi 2 waktu menurut fluktuasi besaran tingkat kebisingan yang terjadi, yakni untuk hari kerja meliputi hari Senin-Kamis dan hari libur meliputi hari Jumat-Minggu. Hasil penelitian nilai kebisingan tertinggi terjadi pada saat hari libur dengan rata-rata nilai kebisingannya Wilayah sisi Udara Weekdays : 70,39 dB(A) Wilayah sisi Udara Weekend : 72,04 dB(A), Wilayah sisi Darat Weekdays : 69,54 dB(A), Wilayah sisi darat Weekend : 70,76 dB(A), Wilayah sisi Udara-Darat Weekdays : 69,35 dB(A), Wilayah sisi Udara-Darat Weekend : 70,30 dB(A)

2. Upaya pengurangan paparan kebisingan yang terjadi dengan menggunakan alat pelindung diri untuk pekerja seperti petugas apron wajib menggunakan Earplug pada saat bertugas di dekat pesawat dan juga pemasangan barrier alami berjenis pohon yang dipadukan dengan tanaman perdu seperti glodongan (*polyalthea longifolia*) dan bougenvil (*bougenvil sp.*) di sepanjang area bandara untuk mengurangi besaran kebisingan. Untuk mengurangi paparan agar tidak sampai ke wilayah pemukiman penduduk maka dipasanglah barrier buatan yang terbuat dari pasangan beton ringan tanpa plester agar dapat menyerap suara dan mengurangi paparan ke wilayah penduduk.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan ini disampaikan kepada Alm. Bapak Dr. Rachmat Boedisantoso Selaku pembimbing penelitian ini Serta rekan-rekan surveyor dan penyandang dana dan pihak-pihak lembaga yang berjasa dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Angkasapura.2016. Website Resmi Bandara Internasional Kualanamu di akses tanggal 20 Oktober 2016; <http://www.kualanamu-airport.co.id>
- Buchari, 2007. Kebisingan Industri dan Hearing Conservation Program. USU Repository. Medan. <http://www.library.usu.ac.id/download/ft/07002749.pdf> diakses 28 Mei 2014.
- Kementerian Lingkungan Hidup RI. 1996. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor KEP-48/MENLH/11/1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan. Jakarta.
- Kepmenaker No. 51/MEN/1999 Tentang NAB Faktor Fisika di Tempat Kerja. Departemen Tenaga Kerja RI.
- MaekawaZ, Lord P. (1994).”Environmental and Architectural Acoustics”. E & FN SPON. London. pp 11-12.

