

ANALISIS EFEKTIFITAS KETINGGIAN BANGUNAN PERREDAM BISING UNTUK MEREDAM KEBISINGAN LALULINTAS**Ida Bagus Putu Sukadana¹⁾ dan I Wayan Suastawa²⁾**^{1,2}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali, Bukit Jimbaran Badung, Bali, 80364
bagusputusukadana@pnb.ac.id**ABSTRACT**

The high health risks caused by intense noise generated by road traffic prompted the government to start implementing various policies to deal with this noise. One of government policy is the use of Noise Reducing Building (BPB). This study aims to analyze the influence of BPB altitude to its capability of traffic noise damping produced to obtain the optimal height. The optimal limit in question is the ability to reduce the noise level so that it is below the allowable noise level. The method used in measuring the effect of altitude on the capability of BPB damping on this study is by direct measurement. Noise data is measured with a Sound Level Meter for 10 hours following a L10 measurement system. Measurements and data recording are performed with barrier of BPB with a height of 2, 2.5 and 3 meters respectively. Measurements are also done without BPB to know the basic noise. To reduce the influence factor of day-based trip routine, noise measurement is done every Monday. From the data obtained during 10 hours for 4 days then data compilation being conducted and calculated to find the average noise level with log formulas, and then transformed into graph form to see the level of significance. From the analysis it is found that the most effective possible BPB height is about 2.3 meters which can reduce noise with the lowest value.

Keywords: Road traffic noise, Noise reducing building, BPB optimal height**ABSTRAK**

Tingginya resiko kesehatan yang diakibatkan kebisingan intens yang dihasilkan lalu lintas jalan mendorong pemerintah mulai menerapkan berbagai kebijakan guna menanggulangi jenis kebisingan tersebut. Salah satu jenis kebijakan yang dilakukan pemerintah adalah penggunaan Bangunan Peredam Bising (BPB). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh ketinggian BPB terhadap kemampuan peredaman kebisingan lalu lintas yang dihasilkan hingga didapatkan ketinggian optimal. Batas optimal yang dimaksud adalah kemampuan dalam meredam tingkat kebisingan sehingga berada di bawah tingkat kebisingan yang diijinkan. Metode yang digunakan dalam mengukur pengaruh ketinggian terhadap kemampuan peredaman BPB pada kajian ini adalah dengan pengukuran langsung. Data kebisingan diukur dengan Sound Level Meter selama 10 jam mengikuti sistem pengukuran L10. Pengukuran dan perekaman data dilakukan masing-masing dengan dihalangi BPB dengan ketinggian 2 meter, 2,5 meter dan 3 meter. Pengukuran juga dilakukan tanpa BPB untuk mengetahui kebisingan dasar. Untuk mengurangi faktor pengaruh rutinitas perjalanan berdasar hari maka pengukuran kebisingan dilakukan setiap hari Senin. Dari data yang didapat selama 10 jam selama 4 hari dilakukan rekapitulasi data dan dilakukan perhitungan tingkat kebisingan rata-rata dengan formula log, dan selanjutnya diubah dalam bentuk grafik untuk melihat tingkat signifikansinya. Dari hasil analisis didapat bahwa kemungkinan ketinggian paling efektif BPB adalah sekitar 2,3 meter yang mampu meredam kebisingan dengan nilai paling rendah.

Kata Kunci: Kebisingan lalu lintas, Bangunan Peredam Bising, ketinggian optimal BPB**PENDAHULUAN**

Kebisingan disaat sekarang ini dirasakan sudah sangat mengganggu kehidupan dan kesehatan manusia. Untuk dapat beraktivitas secara baik diperlukan batasan tertentu

kebisingan agar tidak mengganggu aktivitas masyarakat. Pemerintah dalam hal ini sebenarnya sudah menetapkan berbagai kebijakan untuk menanggulangi dampak kebisingan ini namun sering berbenturan dengan kepentingan masyarakat yang kurang mengerti dampak kebisingan tersebut.

Sumber kebisingan yang paling sering kita rasakan terutama bagi yang bermukim di pinggir jalan adalah bersumber dari kendaraan bermotor yang melintas di badan jalan raya yang selanjutnya disebut kebisingan lalu lintas. Sumber bunyi dari kendaraan bermotor antara lain berasal dari bunyi mesin kendaraan, suara knalpot terutama yang tanpa peredam, suara klakson, suara pengereman, gesekan mekanis antara ban dengan permukaan jalan dan suara benturan saat terjadi kecelakaan (Depkes. RI, 1995).

Seperti diketahui bahwa sumber utama kebisingan lalu lintas adalah kendaraan berat dan bangkitan utama kendaraan berat biasanya berupa daerah pertambangan, terminal barang, terminal penumpang dan daerah industri (Departemen Pekerjaan Umum, 2005). Berdasarkan ketentuan tersebut dipilih jalan sebagai lokasi penelitian dengan bangkitan daerah pertambangan yaitu jalan Uluwatu II Jimbaran yang juga memiliki ambang batas baku kebisingan yang rendah yang seharusnya memerlukan perlindungan terhadap kebisingan. Jalan Uluwatu II merupakan jalan utama perlintasan kendaraan truk yang mengangkut batu kapur dan limestone yang merupakan bahan utama pondasi bangunan dan material pengisi. Ada sekitar 6 lokasi pertambangan galian tipe C yang ada di desa Pecatu, Ungasan, Kutuh, Bualu dan desa Jimbaran yang menggunakan kendaraan berat untuk mengangkut batu dan *limestone* menuju daerah di bagian utara terutama di kota Denpasar yang kebutuhan material bangunannya sangat tinggi.

Ada beberapa jenis alat yang digunakan sebagai alat untuk meredam kebisingan lalu lintas agar tidak berdampak buruk terhadap masyarakat. Alat peredam kebisingan tersebut secara umum dapat berupa alat peredam alami seperti tumbuhan atau gundukan tanah dan peredam non alami seperti dinding buatan dari bahan batu bata, beton dan bahan bangunan lain, atau merupakan kombinasi dan perpaduan antara kedua jenis bahan tersebut (Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2004).

Otoritas Pemerintah Indonesia dalam hal ini Direktorat Jenderal Bina Marga dalam Keputusan Direktur Jenderal Bina Marga Nomor: 6/KPTS/ Db/1999 tentang Pengesahan Lima Belas Pedoman Teknik Direktorat Jenderal Bina Marga sudah menetapkan keberadaan pembangunan dinding peredam kebisingan yang selanjutnya

disebut Bangunan Peredam Bising (BPB). Disebutkan bahwa Bangunan Peredam Bising adalah bangunan berupa dinding atau tembok dengan bentuk dan dibuat dari bahan tertentu, yang diperuntukkan sebagai alat untuk mengurangi dan meredakan kebisingan yang diakibatkan lalu lintas kendaraan bermotor (HMSO, 1996). Bangunan ini diharapkan mampu menanggulangi dampak kebisingan lalu lintas pada masyarakat yang beraktifitas atau bermukim disekitar jalan.

Pusat Litbang Jalan dan Jembatan (Pusjatan) Dinas Pekerjaan Umum pada penelitiannya yang dipublikasikan tahun 2011 telah menetapkan beberapa jenis bahan yang dapat digunakan sebagai bahan BPB antara lain: beton, bata merah, ALWA (*Artificial Light Weight Aggregate*), material transparan seperti *plexiglass*, *acrylic*, bahan metal seperti aluminium, baja ringan dan stainless, material absorber seperti komposit, keramik, *sintered metal*, *aerated concrete* dan triplek, berm yaitu tanggul dari tanah atau puing-puing dan vegetasi berupa tanaman dan pepohonan yang memiliki daun yang lebat dan rapat (Puslitbang Permukiman, 2009). Bangunan peredam bising ini dibangun sepanjang jalan dengan jarak 5 meter dari pinggir perkerasan dengan meniadakan akses langsung kecuali pada persimpangan. Kinerja bangunan peredam bising sebenarnya sangat dipengaruhi oleh sifat pemantulan (reflektif), dan sifat penyerapan (absorptif) dari material pembentuknya, namun disamping itu juga dipengaruhi oleh karakteristik suara atau kebisingan itu sendiri yang meliputi seberapa besar intensitas (*loudness*), frekuensi, periodesitas (kontinyu atau terputus) dan durasinya (*US Department of Transportation*, 2011).

Secara logika menurut penulis disamping hal tersebut diatas kinerja Bangunan Peredam Bising seharusnya juga sangat dipengaruhi oleh tebal, bentuk dan tinggi dari Bangunan Perdam itu sendiri, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mencoba melakukan kajian mengenai pengaruh ketinggian Bangunan Peredam Bising terhadap sifat peredamannya. Semakin tinggi sebuah BPB maka akan semakin baik pula peredamannya, namun BPB yang terlalu tinggi dianggap tidak baik terutama secara ekonomi dan estetika. BPB yang optimal adalah yang mampu meredam kebisingan lalu lintas sampai pada tahap yang diijinkan sesuai dengan peruntukan dan fungsi area pinggir jalan tersebut. Ketinggian sebuah BPB sangat tergantung dari karakteristik kebisingan jalan tersebut, sehingga pada sebuah karakter kebisingan tertentu tidak hanya ketinggian yang efektif untuk meredamnya tetapi juga dipengaruhi oleh ketebalan atau bahan dari BPB itu sendiri. Jika dengan ketinggian

yang lebih rendah sudah mampu meredam kebisingan sampai batas yang diinginkan maka menjadi tidak efektif jika kita membangunnya menjadi lebih tinggi.

Analisis yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan mendapatkan nilai kebisingan lalu lintas tanpa BPB dan dengan penghalang BPB dengan variasi ketinggian tertentu sehingga dapat diketahui ketinggian terbaik dari Bangunan Peredam Bising yang mampu mendapatkan peredaman kebisingan lalu lintas optimal. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan mengenai ketinggian terbaik Bangunan Peredam Bising yang nantinya dibangun disekitar tempat kajian ini dilakukan sehingga memberi dampak yang signifikan dalam meredam kebisingan lalu lintas yang sudah dirasakan sangat mengganggu aktivitas dan juga kesehatan masyarakat disekitarnya.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah penelitian adalah bagaimanakah tingkat kebisingan jalan Uluwatu II tanpa dilengkapi Bangunan Peredam Bising, bagaimanakah tingkat kebisingan jalan Uluwatu II dengan dilengkapi Bangunan Peredam Bising dari bahan ALWA rancangan Direktorat Jenderal Bina Marga dengan variasi ketinggian 2 meter, 2,5 meter dan 3 meter, serta berapakah ketinggian Bangunan Peredam Bising agar didapatkan peredaman optimal pada kebisingan lalu lintas di Jalan Uluwatu II.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis tingkat kebisingan jalan Uluwatu II tanpa dilengkapi Bangunan Peredam Bising, menganalisis tingkat kebisingan Jalan Uluwatu II yang dilengkapi Bangunan Peredam Bising rancangan Direktorat Jenderal Bina Marga dari bahan ALWA dengan variasi ketinggian 2 meter, 2,5 meter dan 3 meter dalam mengurangi kebisingan serta menganalisis ketinggian terbaik Bangunan Peredam Bising untuk menghasilkan peredaman optimal di Jalan Uluwatu II.

METODE PENELITIAN

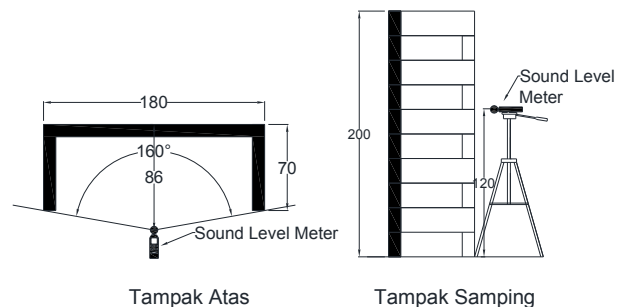
Metode yang digunakan untuk menganalisis efektifitas Bangunan Peredam Bising dalam mereduksi kebisingan lalu lintas pada penelitian ini adalah dengan Metode Eksperimental yaitu melakukan pengujian secara langsung di lapangan terhadap objek yang akan dianalisis. Objek tersebut adalah berupa bangunan berupa dinding yang disusun dari pasangan konblok ALWA dengan variasi ketinggian 2 meter 2,5 meter dan 3 meter. Alat ukur kebisingan berupa *Sound Level Meter* akan dipasang dibalik dinding bangunan tersebut dan mengukur kebisingan lalu lintas. Disamping itu pada sisi

disebelah kondisi pengukuran tersebut pada waktu bersamaan juga akan dilakukan pengukuran Kebisingan dengan alat yang sama namun tanpa terhalang bangunan dinding seperti pada kondisi pertama.

Rancangan Penelitian

Ada beberapa hal pokok yang dilakukan dalam rangkaian penelitian ini yaitu :

1. Menentukan komponen-komponen penelitian dan menentukan sampel penelitian. Untuk sampel jalan sebagai tempat akan dilakukannya kajian, ditetapkan prasyarat bahwa jalan tersebut memiliki tingkat kebisingan yang melampau ketetapan yang diijinkan dengan indikasi volume kendaraan berat yang cukup tinggi. Prasyarat lain adalah peruntukan lahan disekitar jalan terbesar adalah pemukiman, rumah sakit atau sekolah yang memiliki tingkat resiko tinggi akan kebisingan.
2. Melakukan kajian pendahuluan mengenai volume kendaraan berat yang melewati sebuah ruas jalan dengan survei volume kendaraan, dan kajian peruntukan lahan disisi jalan dengan pengamatan.
3. Membuat gambar rancangan dimensi Bangunan Peredam Bising. Dalam pedoman Direktorat Bina Marga disebutkan bahwa BPB seharusnya dibangun sepanjang sisi kanan dan kiri jalan dengan jarak 5 meter dari tepi perkerasan, namun dalam rancangan penelitian ini sebab keterbatasan biaya dan kemampuan BPB dibangun berbentuk bilik dengan 3 sisi. Bentuk bilik ini dianggap akan mempunyai dampak peredaman kebisingan yang sama dengan dibangun sepanjang sisi jalan sesuai dengan teori yang terdapat pada *US Department of Transportation* (2011). Rancangan dan penempatan BPB untuk pengujian dalam penelitian ini ditetapkan seperti pada gambar berikut:



Gambar 1. Rancangan Bangunan Peredam Bising

Sumber : Hasil Analisis, 2017

Beberapa ketentuan yang dibuat pada desain rancangan BPB dan rangkaian pengambilan data seperti pada Gambar 1 adalah:

- a) Bentuk yang dipilih dalam penelitian ini adalah berbentuk dinding lurus tanpa atap adalah berhubungan dengan keterbatasan biaya dan batas waktu penelitian ini. Bentuk konstruksi tersebut paling cepat, paling mudah dibuat dan paling murah.
 - b) Panjang sisi sejajar jalan adalah sepanjang 180 cm dan sisi samping dengan panjang 70 cm. Penempatan alat ukur adalah dengan jarak 86 cm dari permukaan BPB dengan tinggi 120 cm dasar pijakan sejajar jalan (Gambar 3.2). Penempatan alat ukur ini menyesuaikan dengan bentuk dan panjang ketiga sisi yang telah dibuat dan dengan menggunakan sudut perlindungan 160 derajat maka didapat jarak titik penerima suara (receiver) adalah 86 cm dari permukaan luar BPB Sudut perlindungan sebesar 160 derajat adalah sudut yang umum dipakai dalam kajian kebisingan, sudut ini didapat dari kajian kebisingan daerah perkotaan dan luar kota di Amerika Serikat dengan mempertimbangkan kecepatan kendaraan secara umum, kecepatan dan sudut perambatan suara diluar ruangan dan kemampuan pendengaran manusia normal.
 - c) Ketinggian BPB dibuat dengan variasi 200 cm, 250 cm dan 300 cm sebab konstruksi yang dibuat adalah tanpa tulangan sehingga ketinggian dibatasi untuk keamanan.
 - d) Ketinggian penempatan sound level meter adalah 120 cm sebab ketinggian rata-rata receiver yaitu manusia (anak-anak dan orang dewasa) adalah pada ketinggian tersebut.
 - e) Lebar dinding bilik pengaman samping dibuat dengan panjang 70 cm, sebab jarak tersebut adalah jarak minimal terdekat aktivitas manusia didalam bangunan dinding atau pagar. Jarak tersebut juga dianggap sudah mampu menghilangkan pembelokan suara yang masuk dari sisi dalam BPB.
4. Waktu pengambilan data mengikuti metode pengukuran dan perhitungan seperti direkomendasikan dalam peraturan Menteri Negara lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996 (Departemen Lingkungan Hidup. 1996), dengan pembacaan serempak pada kedua kondisi. Pengambilan data dilakukan dengan merekam gambar/video dengan menggunakan kamera CCTV (*Closed Circuite Television*) seperti terlihat pada gambar 1 selama 24 jam pada hari yang telah ditentukan dengan mempertimbangkan cuaca, hari kerja dan keberadaan pertambangan batu kapur tetap

beroperasi. Pengambilan data dilakukan serempak mulai pukul 06.00 pagi sampai 06.00 pagi keesokan harinya, pada dua kondisi yaitu kondisi pengukuran kebisingan dengan sound level meter terhalang BPB 2 meter, 2,5 meter, 3 meter dan kondisi pengukuran kebisingan jalan tanpa terhalang BPB. Penentuan waktu dan jumlah data mengikuti metode pengukuran dan perhitungan Kebisingan Kepmen Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996 yaitu dengan metode pengujian langsung dengan *Sound Level Meter*.

5. Setelah data terkumpul selanjutnya dilakukan pengolahan awal dengan menghitung dengan Persamaan 2.1, 2.2 dan 2.3 untuk mendapatkan LS dan LM untuk masing-masing kondisi tanpa BPB, BPB 2 meter, 2,5 meter dan 3 meter. Untuk nilai tingkat kebisingan L 24 jam (LSM) digunakan persamaan 2.4. Penghitungan dilakukan untuk masing-masing data pada data tanpa BPB, dengan BPB 2 meter, BPB 2,5 meter dan BPB 3 meter.
6. Selanjutnya dihitung perkiraan ketinggian terbaik guna mendapatkan peredaman maksimal.

Instrumen Penelitian

Pada penelitian ini digunakan instrumen sebagai berikut:

1. Kamera CCTV *Outdoor* 4 unit
2. DVR (Digital Video Recorder) 1 unit
3. *Sound level meter* 4 unit dengan spesifikasi:
 - Frequency range: 31,5Hz-8KHz
 - Measuring level range 35-130dB
 - Frequency weighting: A/C
 - Microphone : ½ inch electric calibration condenser microphone

Analisis Data

Terdapat 3 analisis untuk menjawab ke-3 pertanyaan yang terdapat dalam rumusan masalah. Ketiga analisis tersebut antara lain:

1. Analisis tingkat kebisingan lalu lintas tanpa BPB.
Analisis ini adalah untuk mendapatkan jawaban mengenai nilai tertentu dalam desibel yang dapat mewakili tingkat kebisingan secara umum yang berlaku pada Jalan Uluwatu II tanpa adanya penghalang BPB.

2. Analisis tingkat kebisingan lalu lintas dengan variasi ketinggian BPB 2 m, 2,5 m dan 3 m.

Analisis ini adalah untuk mendapatkan jawaban mengenai nilai tertentu dalam desibel yang dapat mewakili tingkat kebisingan setelah melewati BPB dengan variasi ketinggian BPB 2 m, 2,5 m dan 3 m.

3. Selanjutnya dari ketiga nilai kebisingan tersebut dibuat grafik dan dilakukan analisis deskriptif mengenai pengaruh ketinggian BPB terhadap peredaman kebisingan yang dihasilkan, dari grafik juga akan diperoleh ketinggian optimal untuk mendapatkan kebisingan yang berada pada level kebisingan yang diijinkan sesuai peruntukan area pinggir jalan.

Masing-masing analisis kebisingan tersebut dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Analisis Tingkat Kebisingan Tanpa BPB

Untuk mendapatkan nilai tingkat kebisingan (LSM) tanpa BPB dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Perhitungan L1, L2, L3, L4, L5, L6 dan L7 tanpa BPB.
- 2) Perhitungan LS BPB 2 meter.
- 3) Perhitungan LS BPB 2,5 meter.
- 4) Perhitungan LS BPB 3 meter.

Data ini merupakan data utama yang diperlukan untuk analisis berupa data tingkat kebisingan dengan *Sound Level Meter* dengan satuan desibel, data yang diperlukan antara lain:

- a. Data tingkat kebisingan db(A) L1 diambil setiap 1 menit mulai pukul 6.00 sampai 08.00 sebanyak 180 buah data.
- b. Data tingkat kebisingan db(A) L2 diambil setiap 1 menit mulai pukul 08.00 sampai pukul 10.00 sebanyak 180 data.
- c. Data tingkat kebisingan db(A) L3 diambil setiap 1 menit mulai pukul 10.00 sampai pukul 14.00 sebanyak 360 data.
- d. Data tingkat kebisingan db(A) L4 diambil setiap 1 menit mulai pukul 14.00 sampai pukul 16.00 sebanyak 360 data
- e. Data tingkat kebisingan db(A) L5 diambil setiap 1 menit mulai pukul 16.00 sampai pukul 19.00 sebanyak 360 data

- f. Data tingkat kebisingan db(A) L6 diambil setiap 1 menit mulai pukul 19.00 sampai pukul 22.00 sebanyak 240 data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat 3 analisis untuk menjawab ke-3 pertanyaan yang terdapat dalam rumusan masalah. Ketiga analisis tersebut antara lain:

- 1. Analisis tingkat kebisingan lalu lintas tanpa BPB.**
Analisis ini adalah untuk mendapatkan jawaban mengenai nilai tertentu dalam desibel yang dapat mewakili tingkat kebisingan secara umum yang berlaku pada Jalan Uluwatu II tanpa adanya penghalang BPB.
- 2. Analisis tingkat kebisingan lalu lintas dengan variasi ketinggian BPB 2 m, 2,5 m dan 3 m.**
Analisis ini adalah untuk mendapatkan jawaban mengenai nilai tertentu dalam desibel yang dapat mewakili tingkat kebisingan setelah melewati BPB dengan variasi ketinggian BPB 2 m, 2,5 m dan 3 m.
3. Selanjutnya dari ketiga nilai kebisingan tersebut dibuat grafik dan dilakukan analisis deskriptif mengenai pengaruh ketinggian BPB terhadap peredaman kebisingan yang dihasilkan, dari grafik juga akan diperoleh ketinggian optimal untuk mendapatkan kebisingan yang berada pada level kebisingan yang diijinkan sesuai peruntukan area pinggir jalan.

Masing-masing analisis kebisingan tersebut dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- 1. Analisis Tingkat Kebisingan Tanpa BPB**

Untuk mendapatkan nilai tingkat kebisingan (LSM) tanpa BPB dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Perhitungan L1, L2, L3, L4, L5, L6 dan L7 tanpa BPB.
- 2) Perhitungan LS tanpa BPB.
- 3) Perhitungan LM tanpa BPB.
- 4) Perhitungan LSM Tanpa BPB.

Data ini merupakan data utama yang diperlukan untuk analisis berupa data tingkat kebisingan dengan *Sound Level Meter* dengan satuan desibel, data yang diperlukan antara lain:

- a. Data tingkat kebisingan db(A) L1 diambil setiap 1 menit mulai pukul 6.00 sampai 08.00 sebanyak 180 buah data.

- b. Data tingkat kebisingan db(A) L2 diambil setiap 1 menit mulai pukul 08.00 sampai pukul 10.00 sebanyak 180 data.
- c. Data tingkat kebisingan db(A) L3 diambil setiap 1 menit mulai pukul 10.00 sampai pukul 14.00 sebanyak 360 data.
- d. Data tingkat kebisingan db(A) L4 diambil setiap 1 menit mulai pukul 14.00 sampai pukul 16.00 sebanyak 360 data
- e. Data tingkat kebisingan db(A) L5 diambil setiap 1 menit mulai pukul 16.00 sampai pukul 19.00 sebanyak 360 data
- f. Data tingkat kebisingan db(A) L6 diambil setiap 1 menit mulai pukul 19.00 sampai pukul 22.00 sebanyak 240 data
- g. Data tingkat kebisingan db(A) L7 diambil setiap 1 menit mulai pukul 22.00 sampai pukul 24.00 sebanyak 180 data

Untuk mengubah data hasil pembacaan menjadi L1, L2, L3, L4, L5, L6 dan L7 terlebih dahulu data tersebut diubah menjadi Leq dengan persamaan:

$$Leq(Ln) = 10 \log \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n 10^{0,1Li} ti \right] \text{ dB(A)} \dots \dots \dots \text{persamaan (1) (HMSO, 1996)}$$

Dimana,

T = Lama waktu sampling (detik).

Li=Tingkat kebisingan hasil pembacaan

Ti=Interval waktu pembacaan (detik).

Contoh Perhitungan Leq yang direkap dan diubah menjadi L1 dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Perhitungan menentukan Leq dan L1

<i>Li</i>	<i>T</i>	<i>ti</i>	<i>0,1.Li</i>	<i>10^{0,1.Li}</i>	<i>10^{0,1.Li} x ti</i>
54,2	180	60	5,42	263026,80	15781607,95
78,3	180	60	7,83	67608297,54	4056497852
61,7	180	60	6,17	1479108,39	88746503,29
50,1	180	60	5,01	102329,30	6139757,954
61,6	180	60	6,16	1445439,77	86726386,24
63,2	180	60	6,32	2089296,13	125357767,9
75,5	180	60	7,55	35481338,92	2128880335
77,1	180	60	7,71	51286138,40	3077168304
65,4	180	60	6,54	3467368,50	208042110,3
49,2	180	60	4,92	83176,38	4990582,627
56,8	180	60	5,68	478630,09	28717805,54
76,8	180	60	7,68	47863009,23	2871780554

<i>Li</i>	<i>T</i>	<i>ti</i>	<i>0,1.Li</i>	$10^{0,1.Li}$	$10^{0,1.Li} \times ti$
77,6	180	60	7,76	57543993,73	3452639624
68,3	180	60	6,83	6760829,75	405649785,2
75,2	180	60	7,52	33113112,15	1986786729
67,2	180	60	6,72	5248074,60	314884476,1
58,7	180	60	5,87	741310,24	44478614,48
51,7	180	60	5,17	147910,84	8874650,329
51,2	180	60	5,12	131825,67	7909540,431
53,5	180	60	5,35	223872,11	13432326,83
53,9	180	60	5,39	245470,89	14728253,49
76,2	180	60	7,62	41686938,35	2501216301
73	180	60	7,30	19952623,15	1197157389
78,4	180	60	7,84	69183097,09	4150985826
57,4	180	60	5,74	549540,87	32972452,43
60,4	180	60	6,04	1096478,20	65788691,77
70,8	180	60	7,08	12022644,35	721358660,8
74,3	180	60	7,43	26915348,04	1614920882
71,3	180	60	7,13	13489628,83	809377729,6
67,4	180	60	6,74	5495408,74	329724524,3
				LEq	30371716023,75
				Gabungan =	
		168731755,69	82,27	L1=	82,27

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai L1, L2, L3, L4, L5, L6 dan L7 adalah sebagai berikut:

Tabel 2 Rekap nilai L1, L2, L3, L4, L5, L6 dan L7 tanpa BPB

<i>Kelompok Data</i>	<i>Tingkat Kebisingan (desibel A)</i>
L1(06.00-08.00)	80,65
L2(08.00-10.00)	84,29
L3(10.00-13.00)	84,37
L4(13.00-16.00)	83,37
L5(16.00-19.00)	84,25
L6(19.00-22.00)	79,25
L7(22.00-24.00)	74,25

Selanjutnya dari nilai L1, L2, L3, L4, L5, L6 dan L7 dapat dihitung LS dengan persamaan:

$$LS = 10 \log \left[\frac{1}{7} \sum_{i=1}^7 10^{0,1Li} ti \right] \text{ dB(A)} \dots \dots \dots \text{persamaan (2) (HMSO, 1996)}$$

Dimana :

T = Lamanya waktu sampling (detik)
 Li =T ingkat kebisingan hasil pembacaan tiap interval.
 ti = Interval pengambilan sampling (detik)

Tabel 3. Perhitungan LS Tanpa terhalang BPB

<i>Li</i>	<i>T</i>	<i>ti</i>	<i>0,1.Li</i>	<i>10^{0,1.Li}</i>	<i>10^{0,1.Li} x ti</i>
80,65	180	60	8,07	116144861,38	6968691683
84,29	180	60	8,43	268534444,57	16112066674
84,37	180	60	8,44	273526872,63	16411612358
83,37	180	60	8,34	217270117,89	13036207073
84,25	180	60	8,43	266072505,98	15964350359
79,25	180	60	7,93	84139514,16	5048370850
74,25	180	60	7,43	26607250,60	1596435036
				$[\sum_{i=1}^n 10^{0,1.Li}]$	75137734033
				$[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1.Li}]$	417431855,7
				LS	63,65

Dari perhitungan tersebut didapat bahwa jalan uluwatu memiliki nilai kebisingan sebesar 63,65 yang berarti peruntukan pinggir jalan pada jalan tersebut adalah daerah bukan pemukiman seperti kantor perdagangan dan jasa.

2. Analisis Tingkat Kebisingan dengan BPB dengan variasi ketinggian 2 m, 2,5 m, 3m.

Untuk mendapatkan nilai tingkat kebisingan (LSM) dengan BPB dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Perhitungan L1, L2, L3, L4, L5, L6 dan L7 dengan BPB 2 meter
- 2) Perhitungan LS dengan BPB 2 meter
- 3) Perhitungan LM dengan BPB 2 meter
- 4) Perhitungan LSM dengan BPB 2 meter
- 5) Perhitungan L1, L2, L3, L4, L5, L6 dan L7 dengan BPB 2,5 meter
- 6) Perhitungan LS dengan BPB 2,5 meter
- 7) Perhitungan LM dengan BPB 2,5 meter
- 8) Perhitungan LSM dengan BPB 2,5 meter
- 9) Perhitungan L1, L2, L3, L4, L5, L6 dan L7 dengan BPB 3 meter
- 10) Perhitungan LS dengan BPB 3 meter

- 11) Perhitungan LM dengan BPB 3 meter
- 12) Perhitungan LSM dengan BPB 3 meter
- 13) Menentukan perkiraan tinggi terbaik BPB agar memperoleh nilai kebisingan terendah

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai L1, L2, L3, L4, L5, L6 dan L7 untuk data terhalang BPB 2 meter adalah sebagai berikut.

Tabel 4. Rekap nilai L1, L2, L3, L4, L5, L6 dan L7 BPB 2 meter

<i>Kelompok Data</i>	<i>Tingkat Kebisingan (desibel A)</i>
L1(06.00-08.00)	70,93
L2(08.00-10.00)	75,77
L3(10.00-13.00)	79,07
L4(13.00-16.00)	78,81
L5(16.00-19.00)	74,90
L6(19.00-22.00)	73,41
L7(22.00-24.00)	63,82

Tabel 5. Rekap nilai L1, L2, L3, L4, L5, L6 dan L7 BPB 2,5 meter

<i>Kelompok Data</i>	<i>Tingkat Kebisingan (desibel A)</i>
L1(06.00-08.00)	69,52
L2(08.00-10.00)	76,38
L3(10.00-13.00)	78,87
L4(13.00-16.00)	76,31
L5(16.00-19.00)	77,64
L6(19.00-22.00)	72,89
L7(22.00-24.00)	61,11

Tabel 6. Rekap nilai L1, L2, L3, L4, L5, L6 dan L7 BPB 3 meter

<i>Kelompok Data</i>	<i>Tingkat Kebisingan (desibel A)</i>
L1(06.00-08.00)	70,90
L2(08.00-10.00)	73,04
L3(10.00-13.00)	78,64
L4(13.00-16.00)	77,75

Kelompok Data	Tingkat Kebisingan (desibel A)
L5(16.00-19.00)	76,19
L6(19.00-22.00)	74,04
L7(22.00-24.00)	60,50

Selanjutnya dari nilai L1, L2, L3, L4, L5, L6 dan L7 dapat dihitung LS

Tabel 7. Perhitungan LS untuk data terhalang BPB 2 meter

L_i	T	t_i	$0,1.L_i$	$10^{0,1.L_i}$	$10^{0,1.L_i} \times t_i$
70,93	180	60	7,09	12387965,87	743277951,9
75,77	180	60	7,58	37757219,09	2265433146
79,07	180	60	7,91	80723503,02	4843410181
78,81	180	60	7,88	76032627,69	4561957662
74,9	180	60	7,49	30902954,33	1854177260
73,41	180	60	7,34	21928049,35	1315682961
63,82	180	60	6,38	2409905,43	144594325,7
				$\left[\sum_{i=1}^4 10^{0,1.L_i} t_i \right]$	15728533487
				$\left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^4 10^{0,1.L_i} t_i \right]$	87380741,59
				LS	56,86

Tabel 8. Perhitungan LS untuk data terhalang BPB 2,5 meter

L_i	T	t_i	$0,1.L_i$	$10^{0,1.L_i}$	$10^{0,1.L_i} \times t_i$
69,52	180	60	6,95	8953647,66	537218859,3
76,38	180	60	7,64	43451022,42	2607061345
78,87	180	60	7,89	77090346,91	4625420814
76,31	180	60	7,63	42756288,62	2565377317
77,64	180	60	7,76	58076441,75	3484586505
72,89	180	60	7,29	19453600,82	1167216049
61,11	180	60	6,11	1291219,27	77473156,42
				$\left[\sum_{i=1}^4 10^{0,1.L_i} t_i \right]$	15064354046
				$\left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^4 10^{0,1.L_i} t_i \right]$	83690855,81
				LS	56,67

Tabel 9. Perhitungan LS terhalang BPB 3 meter

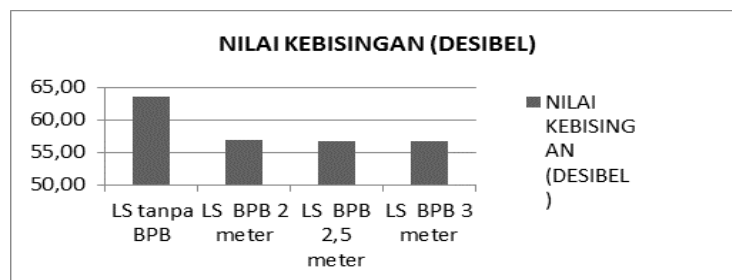
L_i	T	t_i	$0,1.L_i$	$10^{0,1.L_i}$	$10^{0,1.L_i} \times t_i$
70,9	180	60	7,09	12302687,71	738161262,5
73,04	180	60	7,30	20137242,50	1208234550
78,34	180	60	7,83	68233869,41	4094032165
78,65	180	60	7,87	73282453,31	4396947199
77,19	180	60	7,72	52360043,66	3141602620
74,04	180	60	7,40	25351286,30	1521077178
60,5	180	60	6,05	1122018,45	67321107,26
				$[\sum_{i=1}^4 10^{0,1L_i} t_i]$	15167376081
				$[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^4 10^{0,1L_i} t_i]$	84263200,45
				LS	56,70

Setelah semua nilai LS diperoleh (LS tanpa BPB, LS BPB 2meter, LS BPB 2,5 meter dan LS BPB 3 meter) selanjutnya dilakukan tabulasi data untuk dilakukan transformasi dalam bentuk grafik agar mudah untuk memperoleh kesimpulan.

Tabel 10. Tabulasi data LS

LS Kebisingan Harian	NILAI KEBISINGAN (DESIBEL)
LS tanpa BPB	63,65
LS BPB 2 meter	56,86
LS BPB 2,5 meter	56,67
LS BPB 3 meter	56,70

Selanjutnya tabel tersebut ditransformasi ke dalam bentuk grafik seperti gambar 2 berikut.

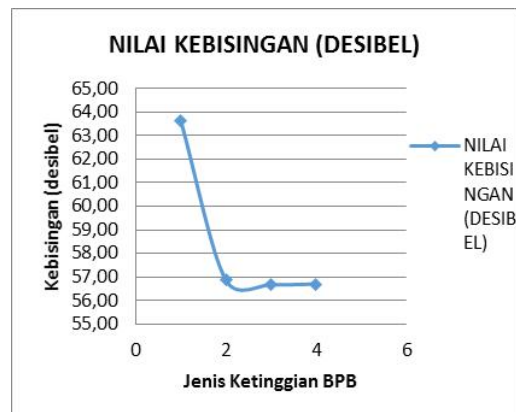


Gambar 2. Grafik Batang Pengaruh Ketinggian BPB terhadap Kebisingan

Sumber: hasil analisis data

Dari grafik tersebut diatas dapat ditarik dua buah kesimpulan yaitu:

1. Bahwa keberadaan Bangunan Peredam Bising berbahan ALWA sangat efektif meredam kebisingan agar tidak berpengaruh negatif terhadap masyarakat yang beraktivitas sejarak 1,6 meter dari pinggir perkerasan jalan.
2. Namun ketinggian dari Bangunan Peredam Bising dengan variasi 2 meter, 2,5 meter dan 3 meter tidak berdampak besar terhadap efektifitasnya dalam meredam kebisingan.



Gambar 3. Grafik Garis Pengaruh Ketinggian BPB terhadap Kebisingan

Sumber : hasil analisis data

Dari grafik tersebut diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa kemungkinan ketinggian paling efektif Bangunan Peredam Bising adalah sekitar 2,3 meter yang mampu meredam kebisingan dengan nilai paling rendah namun hal ini perlu dibuktikan dengan rangkaian pengambilan data lebih jauh.

SIMPULAN

Dari hasil pengolahan data didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Kebisingan Jalan Uluwatu II tahun 2017 tanpa dilengkapi Bangunan Peredam Bising memiliki nilai 63,65 desibel. Sehingga peruntukan lahan dipinggir jalan yang memenuhi syarat pada jalan ini adalah peruntukan perdagangan, perkantoran ruang terbuka hijau, industri, pemerintahan dan fasilitas umum rekreasi Bandar udara Stasiun kereta api, pelabuhan dan cagar budaya.
2. Kebisingan Jalan Uluwatu II dengan dilengkapi Bangunan Peredam Bising dengan ketinggian masing-masing 2 meter, 2,5 meter dan 3 meter memiliki nilai kebisingan 56,86 desibel, 56,76 desibel dan 56,70 desibel.

3. Kebisingan jalan Uluwatu II yang dilengkapi Bangunan Peredam Bising dengan ketinggian 2 meter, 2,5 meter dan 3 meter memiliki nilai dengan kecenderungan menurun sesuai dengan semakin tingginya ketinggian BPB namun kecenderungan tersebut sangat tidak signifikan dengan penambahan tinggi bangunan sehingga menjadi tidak optimal jika dikaji dari segi tata ruang, estetika dan ekonomi. Dari grafik pengaruh ketinggian terhadap kebisingan pada gambar 5.2 didapat ketinggian optimal adalah pada ketinggian 2,3 meter.

DAFTAR PUSTAKA

- Depkes. RI. (1995). *Dampak Pemukiman di Pinggir Jalan Terhadap Kesehatan Masyarakat*
- Departemen Lingkungan Hidup. (1996). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, Kep-48/MENLH/11/1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan .
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. (2004). *Prediksi Kebisingan Akibat Lalu Lintas*. Pedoman Konstruksi dan Bangunan.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2005). *Pedoman Mitigasi Dampak Kebisingan Akibat Lalu Lintas Jalan*
- Department of Transport. UK London. (1988). *Calculation of Road Traffic Noise*. Welsh Office
- HMSO. (1996). *Calculation of Road Traffic Noise*. Department of Transport Welsh Office.
- Hobbs, F.D. (1995). *Perencanaan dan Teknik lalu Lintas*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Lipscomb, D.M. (1978). *Noise and Audiology*. University Park Press. Baltimore.
- Malkamah, S. (1996). *Hubungan Antara Volume, Kecepatan dan Komposisi Kendaraan dan Tingkat Kebisingan di Jalan Raya*, Laporan Penelitian.
- Morlok, E.K.(1995). *Pengantar Teknik dan perencanaan Transportasi*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Puslitbang Permukiman. (2009). Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman. Kementerian Pekerjaan Umum. Jl. Panyawungan, Cileunyi Wetan. Bandung - 40393

- Priyanto, T. (2005). *Analisis Kebisingan Lalu Lintas dan Manajemen Pada Jaringan Lintas Kendaraan Berat*. Tesis Magister Teknik Sipil, Universitas Udayana.
- Siswanto, A. (1991). *Kebisingan*. Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja Jawa Timur.
- US Department of Transportation. (2011). *Highway Traffic Noise*. Noise Barrier Design and Construction.
- Wardhana, W.A.(1999). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi Offset, Jakarta.