

**PEMETAAN TINGKAT KEBISINGAN DI PEMUKIMAN SEKITAR REL
KERETA API KECAMATAN GONDOKUSUMAN**
**NOISE LEVEL MAPPING IN SETTLEMENTS AROUND THE RAILROAD
TRACKS GONDOKUSUMAN SUB-DISTRICT**

Dhanty Prihatiningsih¹, Suphia Rahmawati²
Teknik Lingkungan, Falkutas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
Email : dhantyprihati15@gmail.com

ABSTRACT

Gondokusuman Sub-District is one of the sub-districts located in Sleman Regency with the existence of dense settlements, crossed by ± 2 km by the railroad causing noise that can exceed the noise quality standard in the settlement, which is 55 dB. The purpose of this study is to determine the noise level and distribution of noise levels generated from railroad activities and compare the value of noise levels for residential areas set by KEPMENLH No.48 of 1996 in order to control noise to reduce noise. The location of the sampling point is divided into two parts, of which five sampling points are in the North and the other five sampling points are on the south side of the Gondokusuman Sub-District railway line. The study was conducted for two weeks. Time to take the value of noise is carried out during rush hour. Determination of the measurement point is done on the Google Earth application, which is then when in the field the coordinates are taken using the GPS application. Measurement of noise level in research using a Sound Level Meter tool. Measurements were made for 10 minutes at each point, and the data obtained were noise level data with reference to SNI 7231: 2009. Map noise level distribution using Surfer 15.00 and ArcGis software. Based on the results of the study that the highest noise level values in the first week and second week are located at Point 4A with each noise level value of 69.87 dB (A) and 74.15 dB (A). Noise control efforts in settlements around the Gondokusuman Sub-District railway can be done using artificial barriers and natural barriers.

Keywords: Noise, Gondokusuman Sub-District, Surfer 15.00

ABSTRAK

Kecamatan Gondokusuman adalah salah satu kecamatan yang berada di Kabupaten Sleman dengan keberadaan pemukiman yang padat, dilintasi ± 2 km oleh rel kereta api menyebabkan adanya kebisingan yang dapat melampaui batas baku mutu kebisingan di pemukiman yaitu 55 dB. Tujuannya dari penelitian adalah untuk mengetahui tingkat kebisingan dan sebaran tingkat kebisingan yang dihasilkan dari aktivitas kereta api dan membandingkan nilai tingkat kebisingan untuk daerah pemukiman yang telah ditetapkan oleh KEPMENLH No.48 Tahun 1996 agar dapat melakukan upaya pengendalian kebisingan untuk mengurangi nilai tingkat kebisingan. Lokasi titik *sampling* terbagi menjadi dua bagian, dimana lima titik *sampling* berada disebelah Utara dan lima titik *sampling* lainnya berada disebelah Selatan dari rel kereta api Kecamatan Gondokusuman. Penelitian dilakukan selama dua minggu. Waktu pengambilan nilai kebisingan dilakukan pada saat jam puncak. Penentuan titik pengukuran dilakukan pada aplikasi *google earth*, yang kemudian pada saat di lapangan titik koordinatnya diambil menggunakan aplikasi *GPS*. Pengukuran tingkat kebisingan pada penelitian dengan menggunakan alat *Sound Level Meter*. Pengukuran dilakukan selama 10 menit pada setiap titik, dan data yang diperoleh adalah data tingkat kebisingan dengan mengacu pada SNI 7231:2009. Pemetaan sebaran tingkat kebisingan menggunakan *software Surfer 15.00* dan *ArcGis*. Berdasarkan hasil penelitian bahwa nilai tingkat kebisingan tertinggi pada minggu pertama dan minggu kedua terletak di Titik 4A dengan masing-masing nilai tingkat kebisingan sebesar 69,87 dB(A) dan 74,15 dB(A). Upaya pengendalian kebisingan pada pemukiman sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman dapat dilakukan dengan menggunakan *artificial barrier* dan *natural barrier*.

Kata kunci: Kebisingan, Kecamatan Gondokusuman, Surfer 15.00

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Saat ini kota-kota besar di Indonesia mengalami perkembangan yang sangat pesat dalam bidang industri, sarana transportasi, perluasan daerah pemukiman dan lain sebagainya. Dampak dari perkembangan tersebut antara lain banyaknya permukiman dan sarana kegiatan manusia sehari-hari lainnya yang berdekatan dengan sumber kebisingan seperti : daerah industri, berhadapan langsung dengan jalan raya, bandar udara, rel kereta api dan lain sebagainya. Seiring dengan meningkatnya perkembangan tersebut, membawa dampak negatif bagi kehidupan manusia yang salah satunya adalah kebisingan. Kebisingan merupakan suatu masalah yang berdampak langsung dan mengganggu kegiatan manusia sehari-hari bahkan mengancam tingkat kenyamanan dan kesehatan manusia (Rusjadi & Palupi, 2011).

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996 Tentang Baku Tingkat Kebisingan, kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Pendapat lain menyebutkan bising merupakan campuran berbagai macam suara yang tidak dikehendaki, merusak kesehatan dan salah satu penyebab penyakit lingkungan (Slamet, 2006).

Salah satu kawasan yang berpotensi terpapar kebisingan adalah pemukiman di sekitar rel kereta api. Kecamatan Gondokusuman adalah salah satu kecamatan yang berada di Kabupaten Sleman dengan keberadaan pemukiman yang padat, dilintasi \pm 2 km oleh rel kereta api menyebabkan adanya kebisingan yang dapat melampaui batas baku mutu kebisingan di pemukiman yaitu 55 dB. Sedangkan kawasan pemukiman memerlukan kondisi yang tenang dan terhindar dari efek suara yang di akibatkan oleh aktivitas transportasi maupun aktivitas lainnya yang dapat menimbulkan efek suara yang mengganggu.

Dengan adanya potensi sumber bising di pemukiman sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman, maka perlu dilakukannya penelitian terhadap tingkat kebisingan pada pemukiman sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman. Tujuannya untuk mengetahui tingkat kebisingan dan sebaran tingkat kebisingan yang dihasilkan dari aktivitas kereta api dan membandingkan nilai tingkat kebisingan untuk daerah pemukiman yang telah ditetapkan oleh

KEPMENLH No.48 Tahun 1996. Setelah mengetahui nilai tingkat kebisingan, maka dapat dilakukan upaya pengendalian kebisingan untuk mengurangi nilai tingkat kebisingan.

Menurut pedoman konstruksi dan bangunan yang mengenai mitigasi dampak kebisingan akibat lalu lintas jalan, peredam bising dapat berupa penghalang alami (*natural barrier*) dan penghalang buatan (*artificial barrier*). Penghalang alami biasanya menggunakan berbagai kombinasi tanaman dengan gundukan (*berm*) tanah, sedangkan penghalang buatan dapat dibuat dari berbagai bahan seperti tembok, kaca, kayu, aluminium dan bahan lainnya.

Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi tingkat kebisingan di pemukiman sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman.
2. Memetakan sebaran kebisingan di area pemukiman sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman dengan menggunakan pemetaan kebisingan.

Ruang Lingkup

Dalam penelitian ini perlu adanya ruang lingkup kegiatan. Adapun batasan masalah yang digunakan meliputi:

1. Lokasi penelitian memiliki sepuluh titik sampling di pemukiman sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman. Lokasi – lokasi tersebut masing-masing berjarak 400 m setiap titiknya dan terletak diruang terbuka. Dipilih jarak 400 m disesuaikan dengan keadaan lingkungan yang tidak terdapat bangunan serta pepohonan yang tinggi untuk tidak mempengaruhi nilai tingkat kebisingan.
2. Pengukuran dilakukan saat jam puncak kereta api melintasi rel kereta api Kecamatan Gondokusuman selama dua minggu. Dalam satu minggu pengukuran dilakukan selama 4 hari yaitu pada hari Senin (mewakili weekday) serta Jumat, Sabtu dan Minggu (mewakili weekend) di pemukiman sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman.
3. Penelitian ini meliputi pengukuran tingkat kebisingan untuk mengetahui sebaran tingkat kebisingan di pemukiman sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman dengan menggunakan pemetaan kebisingan.

TINJAUAN PUSTAKA

Kebisingan

Munculnya kebisingan terjadi akibat bunyi yang bersumber dari getaran. Keseimbangan molekul-molekul udara terganggu diakibatkan oleh terjadinya kebisingan sehingga molekul udara ikut bergetar. Getaran sumber ini menyebabkan terjadinya gelombang rambatan energi mekanis dalam medium udara menurut pola rambatan longitudinal. Rambatan gelombang di udara ini dikenal sebagai suara atau bunyi (Sasongko, dkk, 2000).

Bunyi yang tidak diinginkan dalam tingkat dan waktu tertentu dapat menimbulkan gangguan pada kesehatan dan kenyamanan manusia yang bersumber dari usaha-usaha atau kegiatan manusia. Batas maksimal yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan disebut baku tingkat kebisingan (Kep.MenLH No.48 Tahun 1996).

Jenis Kebisingan

Jenis-jenis kebisingan yang sering ditemui menurut (Suma'mur, 1996) adalah sebagai berikut:

- a. Kebisingan kontinu dibagi menjadi dua yaitu kebisingan kontinu dengan spektrum frekuensi luas dan sempit, adapun contoh spektrum frekuensi yang luas (*steady state, wide band noise*), misalnya mesin-mesin, kipas angin, dapur pijar dan lain-lain. Sedangkan kebisingan kontinu dengan spektrum frekuensi sempit (*steady state, narrow band noise*), misalnya gergaji sirkuler, katup gas dan lain-lain.
- b. Contoh dari kebisingan terputus-putus (*intermittent*), misalnya lalu lintas, suara kapal terbang di lapangan udara.
- c. Contoh dari kebisingan impulsif (*impulsive noise*), seperti tembakan bedil, atau meriam, ledakan.

Faktor yang Berkaitan dengan Kebisingan

Beberapa faktor yang berkaitan dengan kebisingan menurut (Jatiningrum, 2010) adalah sebagai berikut :

- a. Frekuensi
Frekuensi adalah jumlah satuan getaran yang dihasilkan dalam satuan waktu (detik), dengan satuan hertz (Hz). Frekuensi suara

yang dapat didengar oleh manusia mulai dari 20 Hz sampai dengan 20.000 Hz.

- b. Intensitas suara
Intensitas suara didefinisikan sebagai energi suara rata-rata yang ditransmisikan melalui gelombang suara menuju arah perambatan dalam media (udara, air, benda, dan sebagainya).
- c. Amplitudo
Amplitudo adalah satuan kuantitas suara yang dihasilkan oleh sumber suara pada arah tertentu.
- d. Kecepatan suara
Kecepatan suara adalah satuan kecepatan perpindahan perambatan udara per satuan waktu.
- e. Panjang gelombang
Panjang gelombang adalah jarak yang ditempuh oleh perambatan suara untuk satu siklus.
- f. Periode
Periode adalah waktu yang dibutuhkan untuk satu siklus amplitudo dengan satuan detik.
- g. Oktave band
Oktave band merupakan kelompok-kelompok frekuensi tertentu dari suara yang dapat didengar dengan baik oleh manusia.
- h. Frekuensi bandwidth
Frekuensi bandwidth dipergunakan untuk pengukuran suara industri.
- i. Puretone
Puretone adalah gelombang suara yang terdiri hanya dari satu jenis amplitudo dan satu jenis frekuensi.
- j. *Loudness*
Loudness adalah persepsi pendengaran terhadap suara pada amplitudo tertentu. Satuannya adalah phon, 1 phon setara dengan 4 dB pada frekuensi 1000 Hz.
- k. Kekuatan suara
Kekuatan suara adalah satuan dari total energi yang dipancarkan oleh suara per satuan waktu.
- l. Tekanan suara
Tekanan suara adalah satuan daya tekan suara per satuan luas.

Dampak Kebisingan

Menurut World Health Organization (WHO) definisi sehat adalah keadaan fisik lengkap, mental dan kesejahteraan sosial dan tidak semata-mata tidak ada penyakit dan kelemahan. Menurut definisi ini, dampak dari kebisingan seperti ketidaknyamanan, gangguan komunikasi

dan pengaruh terhadap performa kerja merupakan masalah kesehatan.

Menurut Moriber (1974), kebisingan pada berbagai level intensitas dapat mengakibatkan kerusakan yang bertingkat-tingkat. Kerusakan ini antara lain:

- a. Jika peningkatan ambang dengar > 80 dB (A), menyebabkan kerusakan pendengaran sebagian.
- b. Jika peningkatan ambang dengar antara 120-125 dB (A), menyebabkan gangguan pendengaran sementara.
- c. Jika peningkatan ambang dengar antara 125-140 dB (A), bisa menyebabkan telinga sakit.
- d. Jika peningkatan ambang dengar < 150 dB (A), menyebabkan kehilangan pendengaran permanen.

Alat Ukur Kebisingan

Dalam penelitian ini alat yang digunakan untuk mengukur suara menggunakan *Sound Level Meter* (SLM). Adapun prinsip kerja dari alat SLM adalah apabila terjadinya suatu getaran yang bersumber dari aktivitas manusia dan yang lainnya, hal ini akan menimbulkan perubahan tekanan udara yang mana perubahan tersebut yang akan direpson oleh alat SLM. Suara yang paling lemah yang dapat didengar manusia disebut nilai ambang pendengaran. Alat ini terdiri dari mikrofon dan display pembacaan. Mikrofon berfungsi untuk mendeteksi tekanan udara yang bervariasi, kemudian dengan adanya bunyi maka akan mengubahnya menjadi sinyal elektrik. Sinyal ini kemudian akan diproses dan pembacaan akan terlihat dalam satuan desibel (Buchari, 2007).

Pengendalian Kebisingan

Secara umum pengendalian kebisingan dilakukan pengurangan dan pengendalian tingkat bising yang dapat dibagi ke dalam tiga aspek, yaitu (Chaeran, 2008) :

- Pengendalian pada sumber
Pengendalian kebisingan pada sumber meliputi :
 - a. Perlindungan pada peralatan, struktur, dan pekerja dari dampak bising.
 - b. Pembatasan tingkat bising yang boleh dipancarkan sumber.
Reduksi kebisingan pada sumber biasanya memerlukan modifikasi atau mereduksi gaya-gaya penyebab getaran sebagai sumber kebisingan dan mereduksi komponen-komponen peralatan. Pengendalian kebisingan pada sumber relatif lebih efisien dan praktis

dibandingkan dengan pengendalian pada lintasan/rambatan dan penerima.

- Pengendalian pada rambatan
Pengendalian pada media rambatan dilakukan diantara sumber dan penerima kebisingan. Prinsip pengendaliannya adalah melemahkan intensitas kebisingan yang merambat dari sumber ke penerima dengan cara membuat hambatan-hambatan. Ada dua cara pengendalian kebisingan pada media rambatan yaitu *outdoor noise control* dan *indoor noise control*.
- Pengendalian kebisingan pada manusia
Pengendalian kebisingan pada manusia dilakukan untuk mereduksi tingkat kebisingan yang diterima setiap hari. Pengendalian ini terutama ditunjukkan pada orang yang setiap harinya menerima kebisingan. Pada manusia kerusakan akibat kebisingan diterima oleh pendengaran (telinga bagian dalam) sehingga metode pengendaliannya memanfaatkan alat bantu yang bisa mereduksi tingkat kebisingan yang masuk ke telinga.

Pemetaan Kebisingan

Pemetaan kebisingan adalah suatu sketsa peta wilayah yang berwarna sesuai dengan tingkat kebisingan di daerah yang diukur tingkat kebisingannya. Tingkat kebisingan dapat ditunjukkan oleh garis kontur yang menunjukkan batas-batas antara tingkat kebisingan yang berbeda di suatu wilayah. Tingkat kebisingan di beberapa lokasi *sampling* akan berbeda. Hal ini dikarenakan karena adanya perbedaan banyaknya transportasi yang lalu lalang di sekitar lokasi. Tingginya tingkat kebisingan berada pada jam-jam puncak karena banyaknya aktivitas lalu lalang transportasi.

Manfaat dari pemetaan kebisingan ini tidak hanya sekedar untuk mengetahui pola penyebaran tingkat kebisingan di pemukiman sekitar rel kereta api tetapi untuk bisa melakukan upaya pengendalian kebisingan yang dapat dilakukan dengan menggunakan *artificial barrier* dan *natural barrier*.

Rumus Perhitungan Kebisingan (*Noise Calculation Formula*)

Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Semakin jauh dari sumber bising maka intensitas bising akan berkurang. Perambatan atau pengurangan tingkat bising dari

sumbernya dinyatakan dengan persamaan matematis berikut :

Sumber diam :

$$SL_1 - SL_2 = 20 \log \frac{r_2}{r_1}$$

Sumber bergerak :

$$SL_1 - SL_2 = 10 \log \frac{r_2}{r_1}$$

Keterangan :

SL_1 = Intensitas sumbu 1 pada jarak r_1

SL_2 = Intensitas sumbu 2 pada jarak r_2

Adapun cara untuk menghitung resultan dari dua atau lebih sumber bising sebagai berikut :

Dua sumber sama :

$$L_{total} = (L_1 + 3) \text{ dBA}$$

N sumber sama :

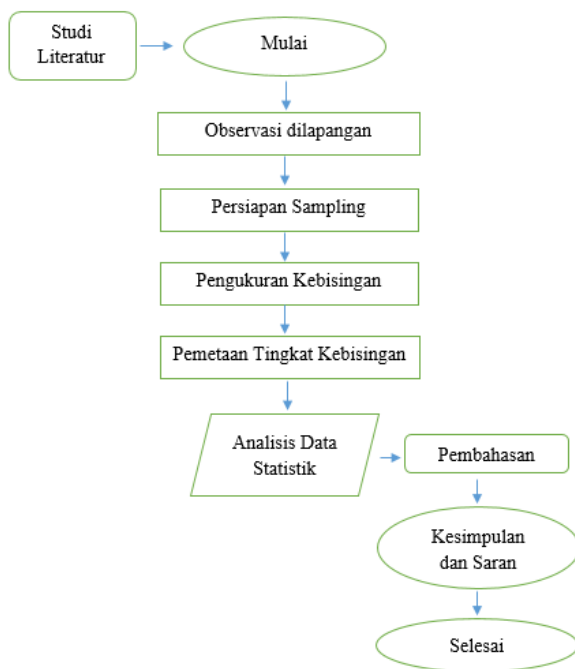
$$L_{total} = (L_1 + 10 \log n) \text{ dBA}$$

N sumber berbeda-beda :

$$L_{total} = 10 \log \left(\sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \right) \text{ dBA}$$

METODE PENELITIAN

Berikut adalah tahapan-tahapan pekerjaan dalam melakukan pemetaan tingkat kebisingan di pemukiman sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman :



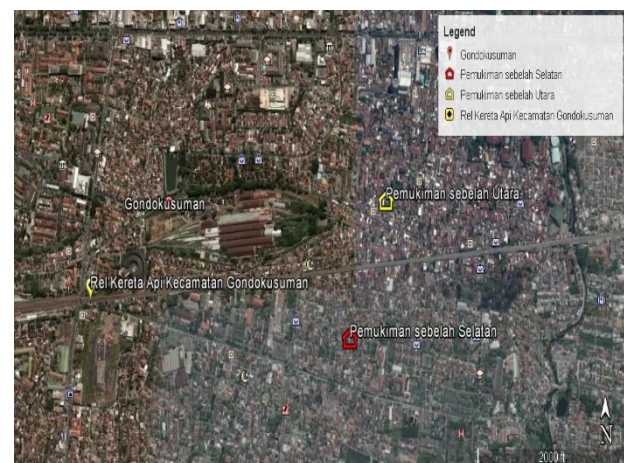
Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini dimulai dengan observasi dilapangan yaitu untuk menentukan titik pengukuran tingkat kebisingan dari peta lokasi penelitian yang dibuat dengan *software Google Earth Pro 2015*. Dilanjutkan dengan tahapan persiapan *sampling* yaitu

menyiapkan alat *Sound Level Meter Lutron SL4012* dan tabel kebisingan yang telah dicetak. Data yang didapatkan dari tahapan pengukuran tingkat kebisingan akan diolah dengan *software* pemetaan *Surfer 15.00* dan *ArcGis 10.2* untuk mengetahui persebaran tingkat kebisingan di pemukiman sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman.

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Lokasi *sampling* berada di pemukiman sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman. Lokasi titik *sampling* terbagi menjadi dua bagian, disebelah Utara dari rel kereta api Kecamatan Gondokusuman dan disebelah Selatan dari rel kereta api Kecamatan Gondokusuman yang telah ditentukan untuk mengetahui sebaran tingkat kebisingan yang terdapat di pemukiman sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman. Penentuan titik *sampling* yang berada disebelah Utara dan Selatan, disebabkan karena adanya dua rel kereta api yang masih aktif digunakan serta pemukiman yang padat disekitar rel kereta api dengan jarak dari pemukiman ke rel kereta api yang berbeda-beda. Titik *sampling* terletak di ruang terbuka. Pemilihan titik pengukuran dilakukan dengan membagi lokasi pengukuran menjadi area dengan jarak 400 m, alasan pemilihan jarak 400 m dilihat dari kondisi lingkungan yang jauh dari bangunan atau pepohonan tinggi yang dapat mempengaruhi nilai tingkat kebisingan.



Gambar 2. Lokasi dan Penentuan Titik Sampling

Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada hari Senin untuk mewakili weekday serta Jumat, Sabtu dan Minggu untuk mewakili weekend dengan pertimbangan berdasarkan jadwal kereta api dari PT.KAI Tahun 2018. Penelitian dilakukan selama dua minggu

dikarenakan minggu pertama sebagai hasil dari nilai tingkat kebisingan dan minggu kedua sebagai pembandingan untuk nilai tingkat kebisingan yang didapatkan dari sebelumnya. Waktu pengambilan nilai kebisingan dilakukan pada saat jam puncak atau menyesuaikan dengan jadwal kereta api yang melintas di rel kereta api Kecamatan Gondokusuman dengan pengulangan waktu yang sama.

Metode Pengukuran Tingkat Kebisingan

Menurut Kep-48/MENLH/11/1996, Tentang : Baku Tingkat Kebisingan, untuk perhitungan ada tingkat kebisingan digunakan perhitungan Tingkat Kebisingan Sinambung Setara atau Leq (*Equivalent Continuous Noise Level*) yaitu nilai tingkat kebisingan dari kebisingan yang berubah-ubah (fluktuatif) selama waktu tertentu, yang setara dengan tingkat kebisingan dari kebisingan yang ajeg (*steady*) pada selang waktu yang sama. Satuan yang digunakan adalah dB(A). Rumus Leq sebagai berikut:

- L_{TMS} = Leq dengan waktu sampling tiap 5 dtk
- L_S = Leq selama siang hari
- L_M = Leq selama malam hari
- L_{SM} = Leq selama siang dan malam hari

Leq dihitung sebagai berikut:

$$L_s = 10 \log 1/16 (T1.10^{0,1.1.1} + T2. 10^{0,1.1.2} + \dots + T4.10^{0,1.1.4}) \text{ dB (A)}$$

$$L_m = 10 \log 1/8 (T5.10^{0,1.1.5} + T6. 10^{0,1.1.6} + \dots + T8.10^{0,1.1.8}) \text{ dB (A)}$$

Untuk mengetahui apakah kebisingan sudah melampaui tingkat kebisingan maka perlu dicari nilai L_{sm} dari pengukuran lapangan sebagai berikut :

$$L_{sm} = 10 \log 1/24 (16.10^{0,1.1.s} + \dots + 8.10^{0,1.1.m}) \text{ dB (A)}$$

Pembuatan Peta Kebisingan

Data hasil pengukuran kebisingan dibuat model pemetaan dengan menggunakan *software Surfer 15.00* dan untuk memperjelas gambaran kebisingan pada lokasi pengambilan sampel, maka peta hasil pengolahan *software Surfer 15.00* diexport ke dalam bentuk *shp* setelah itu disatukan dengan titik koordinat dan citra satelit yang sudah di download dalam bentuk *geofitt* dan digabungkan dengan menggunakan *software ArcGis 10.2*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengamatan Lokasi Penelitian

Penelitian kali ini dilakukan di pemukiman sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman.

Waktu penelitian dilakukan untuk minggu pertama pada tanggal 16 - 19 November 2018 dan untuk minggu kedua pada tanggal 23 - 26 November 2018 yang berlangsung di pemukiman sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman dengan pengulangan waktu pada jam yang sama. Penelitian dilakukan selama dua minggu dikarenakan minggu pertama sebagai hasil dari nilai tingkat kebisingan dan minggu kedua sebagai pembandingan untuk nilai tingkat kebisingan yang didapatkan dari sebelumnya. Penelitian dilakukan pada hari Senin (mewakili *weekday*) serta hari Jumat, Sabtu dan Minggu (mewakili *weekend*). Nilai tingkat kebisingan diambil saat jam puncak, ini disebabkan karena mengikuti jadwal kereta api dari PT.KAI Tahun 2018.

Lokasi titik *sampling* terbagi menjadi dua bagian, dimana lima titik *sampling* berada disebelah Utara dari rel kereta api Kecamatan Gondokusuman dan lima titik *sampling* lainnya berada disebelah Selatan dari rel kereta api Kecamatan Gondokusuman yang telah ditentukan untuk mengetahui sebaran tingkat kebisingan yang terdapat di pemukiman sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman. Penentuan titik *sampling* yang berada disebelah Utara dan Selatan, disebabkan karena adanya dua rel kereta api yang masih aktif digunakan serta pemukiman yang padat disekitar rel kereta api dengan jarak dari pemukiman ke rel kereta api yang berbeda-beda. Pemilihan titik pengukuran dilakukan dengan jarak 400 m disetiap titik, baik sebelah Utara dan Selatan, alasan pemilihan jarak 400 m dilihat dari kondisi lingkungan yang jauh dari bangunan atau pepohonan tinggi yang dapat mempengaruhi nilai tingkat kebisingan.

Lokasi *sampling* titik 1A, titik 1B, titik 2A, titik 2B, titik 3A, titik 4A, titik 4B, titik 5A dan titik 5B secara umum hampir sama karena kesepuluh titik lokasi *sampling* berada pada ruang terbuka, perbedaannya adalah pada titik 1A, titik 1B, titik 2A, dan titik 2B kereta yang melintas sudah mengurangi kecepatan, ini dikarenakan keempat titik berada pada jarak 400 m - 800 m (arah timur) dari Stasiun Lempuyangan. Pada titik 2A dan titik 2B juga memiliki perbedaan di segi pemukiman atau bangunan yang tidak menghadap langsung ke rel kereta api tetapi membelangkangi rel kereta api. Pada setiap titik *sampling* juga memiliki perbedaan jarak dari rel kereta api ke pemukiman (diukur menggunakan meteran dengan jarak terdekat dari rel kereta api). Adapun kondisi lokasi titik *sampling* pada **Gambar 3** sebagai berikut :



Gambar 3. Kondisi Lokasi Titik Sampling

Pengukuran Tingkat Kebisingan

Untuk mengetahui besar dan pengaruh paparan kebisingan terhadap pemukiman di sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman, maka dilakukan pendataan melalui tahapan pengukuran tingkat kebisingan pada titik penelitian.

Setiap hari jumlah kereta yang melintasi rel kereta api Kecamatan Gondokusuman tidaklah sama atau berbeda-beda. Setiap periode waktu pengambilan nilai tingkat kebisingan juga memiliki jumlah kereta yang berbeda-beda. Berikut jumlah kereta api pada hari Senin, Jumat, Sabtu dan Minggu sesuai dengan periode waktu pengambilannya yang dapat dilihat pada **Tabel 1**, **Tabel 2**, **Tabel 3** dan **Tabel 4** :

Hari Senin				
Jam (WIB)	Jumlah Kereta	Waktu Pengambilan (WIB)	Periode (Jam)	Keterangan
06.00 - 09.00	10	08.00	3	L1
09.00 - 12.00	11	11.00	3	L2
12.00 - 15.00	10	14.00	3	L3
15.00 - 18.00	9	17.00	2	L4
18.00 - 19.00	2	18.30	1	L5
19.00 - 20.00	6	19.30	1	L6
20.00 - 06.00	7	21.00	10	L7

Tabel 1. Jumlah kereta api saat periode waktu pengambilan di hari Senin

Dilihat dari **Tabel 1** total jumlah kereta api pada hari Senin yang melintasi rel kereta api Kecamatan Gondokusuman sebanyak 55 kereta api dengan tipe-tipe atau kelas-kelas dari setiap kereta api yang melintas di rel kereta api Kecamatan Gondokusuman berbeda-beda.

Hari Jumat				
Jam (WIB)	Jumlah Kereta	Waktu Pengambilan (WIB)	Periode (Jam)	Keterangan
06.00 - 09.00	11	08.00	3	L1
09.00 - 12.00	10	11.00	3	L2
12.00 - 15.00	11	14.00	3	L3
15.00 - 18.00	10	17.00	2	L4
18.00 - 19.00	3	18.30	1	L5
19.00 - 20.00	4	19.30	1	L6
20.00 - 06.00	9	21.00	10	L7

Tabel 2. Jumlah kereta api saat periode waktu pengambilan di hari Jumat

Pada **Tabel 2** adalah jumlah kereta api saat periode waktu pengambilan di hari Jumat. Total jumlah kereta api pada hari Jumat yang melintasi rel kereta api Kecamatan Gondokusuman sebanyak 58 kereta api dengan tipe-tipe atau kelas-kelas dari setiap kereta api yang melintas di rel kereta api Kecamatan Gondokusuman berbeda-beda.

Hari Sabtu				
Jam (WIB)	Jumlah Kereta	Waktu Pengambilan (WIB)	Periode (Jam)	Keterangan
06.00 - 09.00	11	08.00	3	L1
09.00 - 12.00	10	11.00	3	L2
12.00 - 15.00	10	14.00	3	L3
15.00 - 18.00	9	17.00	2	L4
18.00 - 19.00	4	18.30	1	L5
19.00 - 20.00	5	19.30	1	L6
20.00 - 06.00	9	21.00	10	L7

Tabel 3. Jumlah kereta api saat periode waktu pengambilan di hari Sabtu

Untuk total jumlah kereta api pada hari Sabtu yang melintasi rel kereta api Kecamatan Gondokusuman sebanyak 58 kereta api dengan tipe-tipe atau kelas-kelas dari setiap kereta api yang melintas di rel kereta api Kecamatan Gondokusuman berbeda-beda yang dapat dilihat pada **Tabel 3** diatas.

Hari Minggu				
Jam (WIB)	Jumlah Kereta	Waktu Pengambilan (WIB)	Periode (Jam)	Keterangan
06.00 - 09.00	11	08.00	3	L1
09.00 - 12.00	9	11.00	3	L2
12.00 - 15.00	10	14.00	3	L3
15.00 - 18.00	10	17.00	2	L4
18.00 - 19.00	4	18.30	1	L5
19.00 - 20.00	5	19.30	1	L6
20.00 - 06.00	7	21.00	10	L7

Tabel 4. Jumlah kereta api saat periode waktu pengambilan di hari Minggu

Sedangkan untuk total jumlah kereta api pada hari Minggu yang melintasi rel kereta api Kecamatan Gondokusuman sebanyak 56 kereta api dengan tipe-tipe atau kelas-kelas dari setiap kereta api yang melintas di rel kereta api Kecamatan Gondokusuman berbeda-beda yang dapat dilihat pada **Tabel 4** diatas.



Gambar 4. Peta Lokasi Titik Sampling

Hasil pengukuran tingkat kebisingan pada setiap titik di lokasi penelitian dapat dilihat pada **Tabel 5** dan **Tabel 6** berikut :

No.	Titik	Jarak (m)	Leq dB (A)												Hasil Lsm Rataan Untuk Keseluruhan Hari (A)	Baku Mutu Tingkat Kebisingan (A)
			Waktu Pengukuran													
			Senin			Jumat			Sabtu			Minggu				
	Ls	Lm	Lsm	Ls	Lm	Lsm	Ls	Lm	Lsm	Ls	Lm	Lsm				
1	Titik 1A	7.7	51.13	49.75	53.30	51.00	49.00	52.76	51.81	49.07	53.08	51.05	48.86	52.68	52.96	55
2	Titik 1B	5.8	59.21	57.70	61.30	59.44	57.60	61.30	59.62	57.71	61.43	60.12	57.85	61.70	61.44	
3	Titik 2A	2.6	55.03	53.46	57.07	54.49	53.35	56.83	54.85	52.68	56.49	55.11	52.45	56.44	56.72	
4	Titik 2B	7.5	50.90	48.75	52.56	50.69	46.00	50.85	50.79	49.68	53.16	51.25	50.06	53.56	52.65	
5	Titik 3A	3.0	58.02	52.49	57.77	68.82	65.07	69.49	65.69	62.64	66.78	63.46	60.31	64.48	66.30	
6	Titik 3B	6.8	62.99	59.44	63.77	70.11	71.39	74.30	68.81	62.17	68.07	63.88	56.19	62.74	69.73	
7	Titik 4A	3.5	67.92	66.19	69.86	73.61	66.07	72.52	72.87	70.17	74.17	69.93	64.15	69.56	71.95	
8	Titik 4B	9.0	59.89	55.77	60.35	67.93	62.70	67.81	63.58	61.68	65.40	58.41	55.64	59.67	64.60	
9	Titik 5A	3.6	64.02	63.59	66.88	70.71	65.99	70.85	70.13	68.91	72.42	66.93	63.22	67.62	70.03	
10	Titik 5B	17.5	50.26	46.88	51.14	65.68	62.67	66.79	61.64	57.98	62.07	57.08	52.27	57.18	62.45	

Tabel 5. Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan di pemukiman sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman pada Minggu ke 1

Rata-rata nilai *Lsm* pada minggu pertama dihari Senin sebesar 59,40 dB(A), dihari Jumat sebesar 64,35 dB(A), dihari Sabtu sebesar 63,31 dB(A) dan dihari Minggu sebesar 60,56 dB(A). Sedangkan untuk rata-rata nilai *Lsm* keseluruhan hari sebesar 62,88 dB(A).

Dilihat dari **Tabel 5** untuk rata-rata nilai *Lsm* yang tertinggi ditandai dengan warna kuning pada **Tabel 5** berada di Titik 4A sebesar 71,95 dB(A) dengan nilai *Lsm* hari Senin sebesar 69,86 dB(A), hari Jumat sebesar 72,52 dB(A), hari Sabtu sebesar 74,16 dB(A) dan hari Minggu sebesar 69,56 dB(A). Sedangkan untuk rata-rata nilai *Lsm* yang terendah ditandai dengan warna abu-abu pada **Tabel 5** berada di Titik 2B sebesar 52,65

dB(A) dengan nilai *Lsm* hari Senin sebesar 52,65 dB(A), hari Jumat sebesar 50,85 dB(A), hari Sabtu sebesar 53,16 dB(A) dan hari Minggu sebesar 52,56 dB(A).

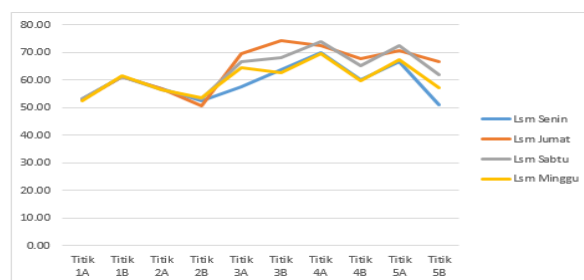
No.	Titik	Jarak (m)	Leq dB (A)												Hasil Lsm Rataan Untuk Keseluruhan Hari (A)	Baku Mutu Tingkat Kebisingan (A)
			Waktu Pengukuran													
			Senin			Jumat			Sabtu			Minggu				
	Ls	Lm	Lsm	Ls	Lm	Lsm	Ls	Lm	Lsm	Ls	Lm	Lsm				
1	Titik 1A	7.7	51.69	49.28	54.00	52.73	49.99	53.17	51.38	48.29	52.44	51.31	49.90	53.46	53.31	55
2	Titik 1B	5.8	58.41	56.43	60.39	58.41	56.74	60.18	58.73	56.49	60.33	58.77	56.99	60.67	60.39	
3	Titik 2A	2.6	56.14	53.31	57.98	55.34	54.61	57.36	55.62	54.73	58.14	56.09	53.41	57.40	57.73	
4	Titik 2B	7.5	52.31	50.41	52.31	51.01	48.31	54.14	51.38	48.20	52.39	52.08	45.77	51.47	52.69	
5	Titik 3A	3.0	68.82	65.66	63.53	60.93	60.14	69.84	72.29	69.23	73.36	68.19	66.65	70.25	70.43	
6	Titik 3B	6.8	65.29	56.43	67.19	65.58	63.36	63.78	70.06	62.92	69.12	67.28	55.77	65.15	66.78	
7	Titik 4A	3.5	71.67	74.96	71.21	70.64	66.71	77.55	81.36	68.59	79.02	74.71	70.24	74.99	76.57	
8	Titik 4B	9.0	59.84	59.57	64.62	64.83	59.40	62.82	65.75	65.55	68.78	59.85	57.69	61.50	65.37	
9	Titik 5A	3.6	70.80	73.98	69.99	67.02	66.74	76.58	73.65	69.70	74.21	73.62	67.44	73.07	74.07	
10	Titik 5B	17.5	57.29	56.09	62.68	59.90	59.36	59.59	59.00	56.92	60.70	57.71	55.77	59.50	60.82	

Tabel 6. Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan di pemukiman sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman pada Minggu ke 2

Rata-rata nilai *Lsm* pada minggu kedua dihari Senin sebesar 62,39 dB(A), dihari Jumat sebesar 63,50 dB(A), dihari Sabtu sebesar 64,85 dB(A) dan dihari Minggu sebesar 62,75 dB(A). Sedangkan untuk rata-rata nilai *Lsm* keseluruhan hari sebesar 63,82 dB(A).

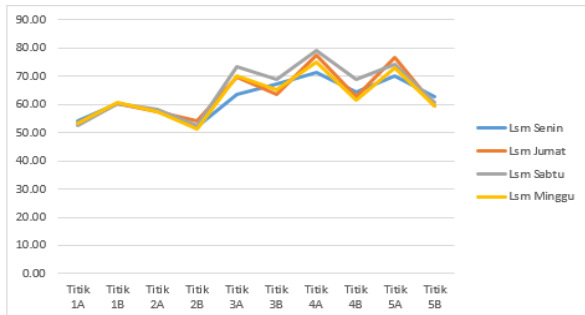
Dilihat dari **Tabel 6** untuk rata-rata nilai *Lsm* yang tertinggi ditandai dengan warna kuning pada **Tabel 6** berada di Titik 4A sebesar 76,57 dB(A) dengan nilai *Lsm* hari Senin sebesar 71,21 dB(A), hari Jumat sebesar 77,55 dB(A), hari Sabtu sebesar 79,02 dB(A) dan hari Minggu sebesar 74,99 dB(A). Sedangkan untuk rata-rata nilai *Lsm* yang terendah ditandai dengan warna abu-abu pada **Tabel 6** berada di Titik 2B sebesar 52,69 dB(A) dengan nilai *Lsm* hari Senin sebesar 52,31 dB(A), hari Jumat sebesar 54,14 dB(A), hari Sabtu sebesar 52,39 dB(A) dan hari Minggu sebesar 51,47 dB(A).

Dari **Tabel 5** dan **Tabel 6** dapat dibuat grafik nilai tingkat kebisingan berdasarkan hari untuk membandingkan nilai *Lsm* per-hari yang lebih dominan setiap minggu. Grafik dapat dilihat pada **Gambar 5** dan **Gambar 6** berikut :



Gambar 5. Grafik Perbandingan Nilai Tingkat Kebisingan per-hari pada Minggu ke 1

Dapat dilihat dari **Gambar 5**, bahwa hari yang dominan atau memiliki nilai *Lsm* yang lebih tinggi pada minggu pertama berada di hari Jumat setelah itu diikuti oleh hari Sabtu. Untuk hari Senin dan Minggu, keduanya memiliki nilai *Lsm* yang hampir sama disetiap titiknya sehingga tidak terlihat begitu dominan diantara keduanya.



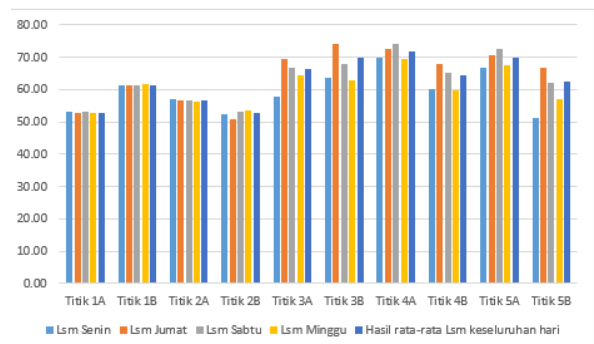
Gambar 6. Grafik Perbandingan Nilai Tingkat Kebisingan per-hari pada Minggu ke 2

Dapat dilihat dari **Gambar 6**, bahwa hari yang dominan atau memiliki nilai *Lsm* yang lebih tinggi pada minggu kedua berada di hari Sabtu setelah itu diikuti oleh hari Jumat dan hari Minggu, sedangkan untuk hari Senin menjadi hari dengan nilai *Lsm* yang rendah pada minggu kedua.

Dapat dianalisis selama dua minggu pengambilan data, hari yang dominan atau memiliki nilai *Lsm* paling tinggi berada pada hari Jumat dan Sabtu. Ini dapat disebabkan karena jumlah kereta yang melintas di rel kereta api Kecamatan Gondokusuman lebih banyak pada hari Jumat dan Sabtu yaitu sebanyak 58 kereta api. Sedangkan di hari Minggu dan Senin masing-masing kereta yang melintas di rel kereta api Kecamatan Gondokusuman yaitu sebanyak 56 kereta api dan 55 kereta api.

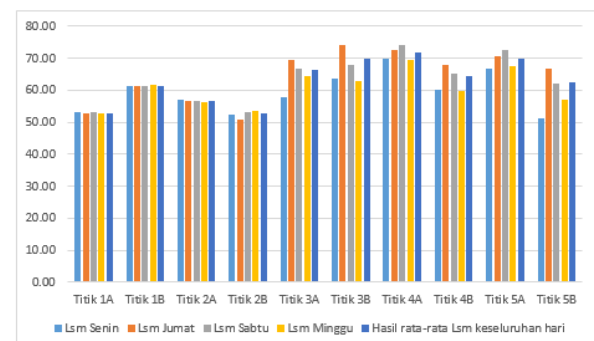
Walaupun hari Jumat dan hari Sabtu menjadi hari yang dominan atau memiliki nilai *Lsm* paling tinggi selama dua minggu, tetapi ada perbedaan hari disetiap minggunya seperti pada minggu pertama hari yang dominan adalah hari Jumat sedangkan pada minggu kedua hari yang paling dominan adalah hari Sabtu. Ini dapat disebabkan dari perbedaan setiap tipe-tipe atau kelas-kelas dari kereta api yang melintas di rel kereta api Kecamatan Gondokusuman sehingga menyebabkan nilai tingkat kebisingan yang berbeda-beda.

Dari **Tabel 5** dan **Tabel 6** juga dapat dibuat grafik nilai tingkat kebisingan berdasarkan titik untuk membandingkan nilai *Lsm* per-titik yang menjadi tertinggi dan terendah disetiap minggu. Grafik dapat dilihat pada **Gambar 7** dan **Gambar 8** berikut :



Gambar 7. Grafik Perbandingan Nilai Tingkat Kebisingan per-titik pada Minggu ke 1

Berdasarkan **Gambar 7** diatas dapat dilihat bahwa hasil rata-rata nilai *Lsm* keseluruhan hari di pemukiman sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman, pada minggu pertama terdapat 8 titik *sampling* dari 10 titik *sampling* telah melebihi ambang batas Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor KEP.48/MENLH/11/1996, yaitu sebesar 55 dB(A) untuk kawasan pemukiman, ini dapat disebabkan oleh perbedaan setiap tipe-tipe atau kelas-kelas dari kereta api yang melintas di rel kereta api Kecamatan Gondokusuman sehingga menyebabkan nilai tingkat kebisingan yang berbeda-beda setiap titik. Pada **Gambar 7** terdapat garis hitam yang merupakan batas baku mutu nilai tingkat kebisingan.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Nilai Tingkat Kebisingan per-titik pada Minggu ke 2

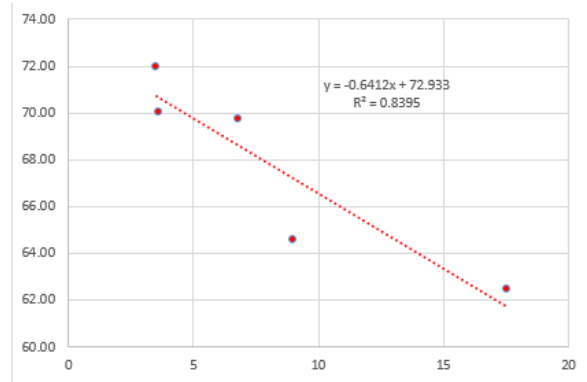
Berdasarkan **Gambar 8** diatas dapat dilihat bahwa hasil rata-rata nilai *Lsm* keseluruhan hari di pemukiman sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman, pada minggu pertama terdapat 8 titik *sampling* dari 10 titik *sampling* telah melebihi ambang batas Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor KEP.48/MENLH/11/1996, yaitu sebesar 55 dB(A) untuk kawasan pemukiman, ini dapat disebabkan oleh perbedaan setiap tipe-tipe atau kelas-kelas dari kereta api yang melintas di rel kereta api Kecamatan Gondokusuman sehingga menyebabkan nilai tingkat kebisingan yang

berbeda-beda setiap titik. Pada **Gambar 8** terdapat garis hitam yang merupakan batas baku mutu nilai tingkat kebisingan.

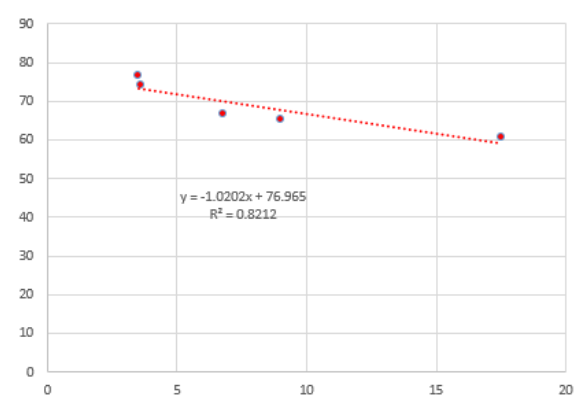
Jika dilihat dari **Gambar 7** dan **Gambar 8** selama dua minggu penelitian, nilai tingkat kebisingan diseluruh Titik A lebih tinggi dibandingkan di Titik B kecuali pada Titik 1A. Ini dapat disebabkan oleh jarak dari pemukiman ke rel kereta api pada Titik A lebih dekat dibandingkan pada Titik B. Selain itu, berdasarkan observasi dilapangan rel kereta api yang berada dekat dengan Titik A lebih sering digunakan untuk kereta api pergi dari St.Lempuyangan sedangkan rel kereta api yang berada dengan Titik B lebih sering digunakan untuk kereta api yang datang ke St.Lempuyangan. Kepergian dan kedatangan kereta api di St.Lempuyangan dapat mempengaruhi nilai tingkat kebisingan karena disaat kereta pergi dari St.Lempuyangan, kereta tidak mengurangi kecepatan sedangkan kereta yang datang ke St.Lempuyangan akan mengurangi kecepatan. Perlakuan berbeda pada Titik 1A, yang lebih rendah nilai tingkat kebisingan dari Titik 1B, dilihat dari **Tabel 5** dan **Tabel 6**, bahwa jarak dari pemukiman ke rel kereta api lebih jauh Titik 1A yaitu 7,7 m dibandingkan Titik 1B yaitu 5,8 m. Selain itu Titik 1A memiliki jarak yang paling dekat dengan St.Lempuyangan dibandingkan Titik A yang lain sehingga pada saat kereta api melintas di rel kereta api yang berada di Titik 1A, kereta masih mengurangi kecepatan atau dengan kecepatan yang rendah.

Menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 9 Tahun 2013 Tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Noomor 11 Tahun 2004 Tentang Garis Sempadan, Ruang Milik Jalur Kereta Api terdiri atas jalan rel yang terletak pada permukaan tanah, di bawah permukaan tanah, dan diatas permukaan tanah diukur dari garis batas paling luar sisi kiri dan kanan serta bagian bawah dan atas ruang manfaat jalur kereta api yang lebarnya paling sedikit 6 (enam) meter dan digunakan untuk pengamanan kontruksi jalan rel. Ruang Pengawasan Jalur Kereta Api terdiri atas bidang tanah atau bidang lain yang terletak pada permukaan tanah diukur dari batas paling luar sisi kiri dan kanan ruang milik jalur kereta api, masing-masing selebar 9 (sembilan) meter.

Berikut grafik hubungan nilai tingkat kebisingan dengan jarak dari pemukiman ke rel kereta api Kecamatan Gondokusuman pada **Gambar 9** dan **Gambar 10** :



Gambar 9. Hubungan Nilai Tingkat Kebisingan dengan jarak dari pemukiman ke rel kereta api Kecamatan Gondokusuman Minggu ke 1



Gambar 10. Hubungan Nilai Tingkat Kebisingan dengan jarak dari pemukiman ke rel kereta api Kecamatan Gondokusuman Minggu ke 2

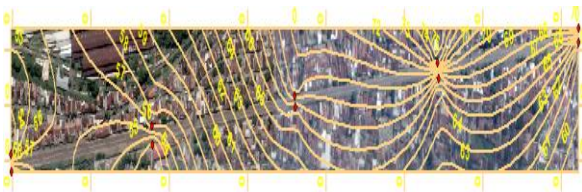
Dilihat dari **Gambar 9** dan **Gambar 10** dapat dianalisis, bahwa jarak dari pemukiman ke rel kereta api Kecamatan Gondokusuman mempengaruhi nilai tingkat kebisingan. Pada **Gambar 9** dan **Gambar 10**, data yang dimasukkan ke dalam grafik adalah jarak pemukiman ke rel kereta api dan rata-rata nilai Lsm keseluruhan hari dari Titik 3B - Titik 5B. Ini dikarenakan, untuk Titik 1A – Titik 2B berada didekat St.Lempuyangan dimana kereta api sudah mengurangi kecepatan sehingga mempengaruhi nilai tingkat kebisingan. Begitu juga dengan Titik 3A, tidak dimasukkan karena kondisi pada Titik 3A yang terdapat pepohonan tinggi disekitar titik sampling yang dapat mengurangi nilai kebisingan.

Titik 5B adalah titik yang paling jauh jarak dari pemukiman ke rel kereta api dan memiliki nilai kebisingan paling rendah dari Titik 3A-Titik 5A yang pada titik *sampling* ini kereta tidak ada mengurangi kecepatan. Maka dari hasil observasi, dapat disimpulkan kalau jarak pemukiman ke rel

kereta api mempengaruhi nilai tingkat kebisingan. Pada **Gambar 9** dan **Gambar 10**, Titik 5B memiliki nilai tingkat kebisingan yang telah melebihi baku mutu nilai tingkat kebisingan kawasan pemukiman yaitu 55 dB(A) sedangkan jarak pemukiman ke rel kereta api pada Titik 5B adalah 17,5 m. Berarti dapat dianalisis, untuk membangun pemukiman yang berdekatan dengan rel kereta api agar tidak terkena dampak kebisingan yang tinggi, jarak pemukiman ke rel kereta api lebih dari 17,5 m.

Pemetaan Kebisingan

Pemetaan tingkat kebisingan dilakukan dengan menentukan titik penelitian pada aplikasi *Google Earth*. Koordinat titik penelitian dan nilai kebisingan yang diperoleh dibuat untuk mengetahui sebaran tingkat kebisingan di Pemukiman sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman. Untuk membuat peta kontur diperlukan input data dan input grid dengan menggunakan program *surfer 15.00*. Input data adalah data yang akan di proses untuk dibuat kontur berupa sumbu X dan sumbu Y serta sumbu Z sebagai data yang akan di proses. Dalam pembuatan kontur, diperlukan pemilihan metode grid. Sumbu X dan sumbu Y merupakan koordinat lokasi sampling sedangkan sumbu Z adalah nilai Lsm dari keseluruhan hari. Input data yang didapatkan dari program *surfer 15.00* akan diexport kedalam bentuk shp. Setelah didapatkan input data dari *surfer 15.00* yang berbentuk shp maka disatukan ke dalam program *ArcGis* bersamaan dengan titik koordinat dan citra satelit yang sudah di *download*.



Gambar 11. Hasil Kontur pada Peta Minggu ke 1



Gambar 12. Hasil Kontur pada Peta Minggu ke 2

Pada minggu pertama, nilai tingkat kebisingan berkisar dari 52-72 dB(A). Jika dibandingkan dengan baku mutu nilai tingkat kebisingan untuk kawasan pemukiman maksimum adalah 55 dB(A) sedangkan dari 10 titik *sampling* terdapat 8 titik *sampling* yang sudah melewati baku mutu nilai tingkat kebisingan, ini disebabkan karena nilai kebisingan berkisar antara 56-72 dB(A) dan untuk 2 titik *sampling* lainnya tidak melewati baku mutu nilai tingkat kebisingan karena nilai kebisingan berkisar antara 52-53 dB(A). Adanya perbedaan nilai tingkat kebisingan dapat disebabkan dari setiap jarak pemukiman ke rel kereta api yang berbeda, kondisi pemukiman atau bangunan, adanya bangunan atau tumbuhan tinggi disekitar titik *sampling*, jumlah kereta yang melintas di rel kereta api Kecamatan Gondokusuman dan jarak titik *sampling* ke St.Lempuyangan (stasiun pemberhentian kereta api). Berdasarkan **Gambar 11** dapat dilihat bahwa Titik 1A yang memiliki nilai tingkat kebisingan sebesar 52,96 dB(A) sedangkan pada Titik 1B yang berada diseborang Titik 1A yang memiliki tingkat kebisingan sebesar 61,44 dB(A). Pada Titik 2A yang memiliki nilai tingkat kebisingan sebesar 56,72 dB(A), berbeda dengan Titik 2B yang memiliki nilai tingkat kebisingan sebesar 52,65 dB(A). Pada Titik 3A yang memiliki nilai tingkat kebisingan sebesar 66,30 dB(A) sedangkan Titik 3B yang memiliki nilai tingkat kebisingan sebesar 69,73 dB(A). Pada Titik 4A yang memiliki nilai tingkat kebisingan sebesar 71,95 dB(A) sedangkan Titik 4B yang memiliki nilai tingkat kebisingan sebesar 64,60 dB(A). Pada Titik 5A yang memiliki nilai tingkat kebisingan sebesar 70,03 dB(A) serta Titik 5B yang memiliki nilai tingkat kebisingan sebesar 62,45 dB(A). Tingkat kebisingan tertinggi terjadi pada Titik 4A dan terendah pada Titik 2B.

Pada minggu kedua, tingkat kebisingan berkisar dari 52-77 dB(A) dengan baku mutu yang sama yaitu sebesar 55 dB(A) untuk kawasan pemukiman, dari 10 titik *sampling* terdapat 8 titik *sampling* yang sudah melewati baku mutu nilai tingkat kebisingan dengan nilai kebisingan berkisar antara 57-77 dB(A) dan terdapat 2 titik *sampling* yang tidak melewati baku mutu nilai tingkat kebisingan karena nilai kebisingannya berkisar antara 52-53 dB(A), terdapat peningkatan nilai tingkat kebisingan pada minggu ini yang dapat disebabkan oleh jam perbedaan tipe-tipe dan kelas-kelas dari kereta api yang melintasi rel kereta api di sekitar pemukiman rel kereta api Kecamatan Gondokusuman. Berdasarkan **Gambar 12** dapat dilihat bahwa Titik 1A yang memiliki nilai tingkat kebisingan sebesar 53,31

dB(A) sedangkan pada Titik 1B yang berada diseborang Titik 1A yang memiliki nilai tingkat kebisingan sebesar 60,39 dB(A). Pada Titik 2A yang memiliki nilai tingkat kebisingan sebesar 57,73 dB(A), berbeda dengan Titik 2B yang memiliki nilai tingkat kebisingan sebesar 52,69 dB(A). Pada Titik 3A yang memiliki nilai tingkat kebisingan sebesar 70,43 dB(A) sedangkan Titik 3B yang memiliki nilai tingkat kebisingan sebesar 66,78 dB(A). Pada Titik 4A yang memiliki nilai tingkat kebisingan sebesar 76,57 dB(A) sedangkan Titik 4B yang memiliki nilai tingkat kebisingan sebesar 65,37 dB(A). Pada Titik 5A yang memiliki nilai tingkat kebisingan sebesar 74,07 dB(A) serta Titik 5B yang memiliki nilai tingkat kebisingan sebesar 60,82 dB(A). Ada terjadinya kenaikan nilai kebisingan yang pada minggu kedua, ini dapat disebabkan karena perbedaan tipe-tipe dan kelas-kelas dari kereta api yang melintasi pemukiman di sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman. Walau terdapat peningkatan nilai kebisingan tetapi untuk tingkat kebisingan yang tertinggi dan terendah tetap sama dengan minggu pertama yaitu berada pada Titik 4A dan Titik 2B.

Jika dilihat dari **Gambar 11** dan **Gambar 12**, bahwa selama dua minggu penelitian, Titik 4A adalah titik yang menghasilkan nilai kebisingan paling tinggi. Ini dapat disebabkan karena jarak pemukiman ke rel kereta api sangat dekat yaitu 3,5 m dan tidak ada tumbuhan ataupun bangunan tinggi yang dapat mengurangi nilai tingkat kebisingan di titik tersebut. Walaupun di Titik 4A keadaan pemukiman membelakangi rel kereta api tetapi terdapat jalan yang dilewati masyarakat untuk melintasi pemukiman diseborangnya dan beberapa dari masyarakat memelihara hewan ternak (ayam). Pada peta kontur juga dapat dilihat bahwa \pm terdapat 1.066 unit rumah yang terkena dampak dari kebisingan kereta api yang melintasi rel kereta api Kecamatan Gondokusuman. Perhitungan unit rumah dilakukan secara manual dengan memplotkan simbol kotak pada *software Arcgis*. Jika diasumsikan 1 rumah memiliki 1 KK dengan 1 KK terdapat 4 orang berarti ada 4.264 orang yang terkena dampak dari kebisingan kereta api yang melintasi rel kereta api Kecamatan Gondokusuman dengan persebaran nilai tingkat kebisingan yang berbeda-beda. Persebaran nilai tingkat kebisingan pemukiman disekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman dapat dilihat pada **Gambar 11** dan **Gambar 12**.

Sumber utama dari kebisingan disebabkan oleh kereta api yang melintasi pemukiman di sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman. Adapun faktor lain yang dapat membuat perbedaan nilai kebisingan antara titik-titik

sampling adalah kecepatan kereta api, kondisi pemukiman atau gedung, aktivitas atau kegiatan manusia, adanya tanaman dan jarak rel kereta api ke pemukiman. Pada Titik 1A dan Titik 1B, kondisi pemukiman langsung menghadap ke rel kereta api sehingga dapat menimbulkan aktivitas atau kegiatan dari manusia yang dapat menambah nilai kebisingan, walaupun begitu nilai kebisingan pada Titik 1A dan Titik 1B berkisar antara 52-62 dB(A) ini dapat disebabkan karena Titik 1A dan Titik 1B berada 400 m dari salah satu stasiun pemberhentian kereta api yaitu Stasiun Lempuyangan yang menyebabkan kereta api mengurangi kecepatan saat melintasi rel kereta api Kecamatan Gondokusuman .

Pada Titik 2A dan Titik 2B, kondisi pemukiman membelakangi rel kereta api sehingga tidak menghasilkan aktivitas atau kegiatan dari manusia yang dapat menambah nilai kebisingan, hampir sama pada titik sebelumnya, kereta api yang melintasi pemukiman di Titik 2A dan Titik 2B sudah mengurangi kecepatan kereta, disebabkan Titik 2A dan Titik 2B berada 800 m dari stasiun pemberhentian kereta api yaitu Stasiun Lempuyangan. Nilai kebisingan yang didapatkan pada Titik 2A dan Titik 2B berkisar antara 52-58 dB(A).

Sedangkan untuk Titik 3A – Titik 5B kecuali Titik 5A, kondisi pemukiman langsung menghadap ke rel kereta api sehingga dapat menimbulkan aktivitas atau kegiatan dari manusia yang dapat menambah nilai kebisingan. Pada Titik 3A - Titik 5B kereta api tidak mengurangi kecepatan, ini disebabkan jarak Titik 3A - Titik 5B ke stasiun pemberhentian kereta api sudah sangat jauh yaitu 1200 m – 2000 m. Pada Titik 3A - Titik 5B nilai kebisingan rata-rata berkisar 60 dB(A) ke atas atau sudah sangat melewati baku mutu.

Hubungan jarak pemukiman dari rel kereta api juga sangat mempengaruhi nilai kebisingan. Secara teori, semakin jauh jarak pemukiman dari rel kereta api (sumber kebisingan) akan semakin rendah nilai kebisingan, tetapi ternyata bukan hanya jarak yang menentukan besar atau kecilnya nilai kebisingan. Adanya tanaman disekitar pemukiman juga sangat membantu untuk mengurangi nilai kebisingan. Contohnya, pada Titik 3A memiliki jarak 3 m walaupun nilai kebisingan sudah melewati baku mutu tetapi dengan adanya tumbuhan disekitar pemukiman tersebut dapat mengurangi nilai kebisingan tersebut, dilihat dari **Tabel 5** dan **Tabel 6** dari hasil pengambilan nilai kebisingan jika dibandingkan Titik 3A yang berjarak 3 m dengan Titik 4A yang berjarak 3,5 m, nilai kebisingan yang lebih besar

adalah Titik 4A ini disebabkan keadaan pada Titik 4A yang sama sekali tidak adanya tanaman.

Begitu juga dengan adanya kondisi pemukiman serta aktivitas atau kegiatan manusia lainnya, seperti pada Titik 5B yang pemukimannya berjarak paling jauh diantara titik-titik lainnya yaitu 17,5 m memiliki nilai kebisingan pada minggu pertama dan minggu kedua sebesar 62,45 dB(A) dan 60,82 dB(A) tetapi nilai kebisingan pada Titik 2A yang berjarak 2,6 m (lebih dekat dengan rel kereta api) lebih rendah jika dibandingkan dengan Titik 5B, ini disebabkan kondisi pemukiman pada Titik 5B dan Titik 2A yang berbeda. Pada Titik 2A kondisi pemukiman membelakangi rel kereta api sehingga aktivitas atau kegiatan manusia tidak ada dan tidak menambahkan nilai kebisingan sedangkan pada Titik 5B sebaliknya, kondisi pemukiman langsung menghadap ke rel kereta api sehingga dapat menimbulkan aktivitas atau kegiatan dari manusia yang dapat menambah nilai kebisingan. Pada Titik 2A kecepatan kereta api juga tidak normal karena sudah dekat dengan stasiun pemberhentian kereta api yang berjarak 800 m sedangkan pada Titik 5B kecepatan kereta api dalam keadaan normal karena berjarak 2000 m dari stasiun pemberhentian kereta api. Sehingga dapat disimpulkan selain kebisingan dari kereta api yang melintasi pemukiman di sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman, faktor lainnya juga sangat mempengaruhi nilai kebisingan.

Pengendalian Kebisingan

Pengendalian kebisingan ditujukan untuk mengatasi kebisingan. Ketentuan pemerintah melalui KEPMENLH No.48 Tahun 1996 telah menetapkan bahwa tingkat kebisingan diizinkan untuk pemukiman yaitu 55 dB(A). Di sekitar titik sampling terdapat pasar dan jalan pemukiman sehingga yang langsung terkena dampak adalah yang beraktivitas di luar pemukiman. Menurut pedoman konstruksi dan bangunan yang mengenai mitigasi dampak kebisingan akibat lalu lintas jalan, peredam bising dapat berupa penghalang alami (*natural barrier*) dan penghalang buatan (*artificial barrier*). Penghalang alami biasanya menggunakan berbagai kombinasi tanaman dengan gundukan (*berm*) tanah, sedangkan penghalang buatan dapat dibuat dari berbagai bahan seperti tembok, kaca, kayu, aluminium dan bahan lainnya. Apabila menggunakan tanaman, tanaman yang digunakan untuk penghalang kebisingan harus memiliki kerimbunan dan kerapatan daun yang cukup dan merata mulai dari permukaan tanah hingga ketinggian yang diharapkan. Untuk itu, perlu diatur suatu

kombinasi antara tanaman penutup tanah, perdu, dan pohon atau kombinasi dengan bahan lainnya sehingga efek penghalang menjadi optimum. **Tabel 7** berikut akan memberikan indikasi efektifitas tanaman untuk mereduksi kebisingan.

Jenis Tanaman	Volume Kerimbunan Daun (m ³)	Jarak dari Sumber Bising ke Tanaman (d) (m)	Ketinggian Pengukuran (m)	Rata-rata Reduksi Kebisingan; IL (dBA)
Akasia (Acacia mangium)	114,39	18,2	1,2	2,5
		30,2	4	4,1
	118,23	18,2	1,2	2,7
		24,6	4	4,4
Bambu pringgodani (Bambusa Sp)	122,03	7	1,2	1,1
	366,08	16,4	2,5	4,9
		35,4	1,2	14,7
Johar (Casia siamea)	60,74	9,8	1,2	0,3
		17	3,6	2,3
	83,24	9,6	1,2	0,8
Likuan-Yu (Vernonia obtusifolia)	2,464	8,2	1,2	2,3
Anak Nakal (Durant repens)	1,68	9,8	1,2	0,8
Soka	1,35	11,2	1,2	0,9
Kekaretan	1,105	4,6	1,2	0,9
Sebe (Heliconia Sp)	1,792	3,2	1,2	3,4
Teh-tehan	11,1	6	1,2	2,1
Disisipkan:				
a. Teh-tehan	13,88	6	1,2	2,7
b. Heliconia sp	2,75	9	1,2	3,8
	16,65	6	1,2	4,2
	33,3	9	1,2	5

Tabel 7. Efektifitas Pengurangan Kebisingan oleh Berbagai Macam Tanaman

Upaya pengendalian kebisingan pada Titik 1A, Titik 1B, Titik 2A, Titik 2B, Titik 3A, Titik 3B, Titik 4A, Titik 4B, Titik 5A dan Titik 5B dapat dilakukan dengan menggunakan *artificial barrier* dan *natural barrier*, dikarenakan penggunaan tanaman dan penghalang buatan perlu adanya jarak. Sedangkan jarak dari pemukiman ke rel kereta api melebihi 1 m yang dapat menggunakan *artificial barrier* dan *natural barrier*.

Kerapatan vegetasi berkaitan dengan massa daun yang padat pada vegetasi berbentuk pohon atau perdu. Tanaman jika cukup tinggi, lebar dan padat, dapat menurunkan tingkat kebisingan, efektifitasnya tergantung pada kerapatan vegetasi dan kepadatan daun. Tanaman pereduksi kebisingan yang efektif dapat mengurangi tingkat kebisingan 10-15 dBA. Vegetasi seperti Angsana, Jambu Bol, Nangka, Pucuk Merah dan Tanjung memiliki tingkat kerapatan daun yang tinggi, mampu mereduksi kebisingan dengan baik.

Penghalang vegetasi sebagai alternatif pereduksi kebisingan alami, harus mempertimbangkan jenis vegetasi yang ditanam, vegetasi yang memiliki bentuk daun yang tebal dan kaku, memiliki massa daun yang padat dan tajuk yang tebal berkaitan dengan bidang penahan rambatan suara. Selain itu kombinasi vegetasi, mulai dari tanaman penutup tanah, perdu dan pohon. Misalnya rekomendasi tanaman penutup tanah yaitu rumput dan tanaman suku polong-

polongan (*Leguminosae*). Tanaman golongan perdu yaitu bambu pringgodani (*Bambusa sp*), li kuan yu (*Vernonia elliptica*), anak nakal (*Duranta repens*), soka (*Ixora sp*), kakaretan (*Ficus pumila*), sebe (*Heliconia sp*), teh-tehan (*Durante*). Tanaman pohon yaitu akasia (*Acacia mangium*), johar (*Casia siamea*), pohon-pohon yang rimbun dengan cabang rendah (Pedoman Mitigasi Kebisingan PU, 2005).

Beberapa jenis tanaman meredam suara dengan mengabsorbsi gelombang suara oleh daun, cabang, dan ranting. Jenis tanaman (pohon, perdu/semak) yang paling efektif untuk meredam suara yang mempunyai tajuk yang tebal dan bermassa padat, contohnya Kiara Payung (*Felicium desipiens*), Teh-tehan pangkas (*Acalypha sp*), Puring (*Codiaeum variegatum*), Pucuk Merah (*Oleina syzygium*), Kembang Sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*), Bougenville (*Bougenville sp*), dan Oleander (*Nerium oleander*) (Pedoman Penanaman Tanaman Di Pinggir Jalan PU, 2012).

Dari **Tabel 7** dapat diketahui dan disesuaikan pada setiap titik *sampling* tentang tanaman-tanaman yang mampu mengurangi nilai tingkat kebisingan serta menghitung efektifitas pengurangan kebisingan pada setiap titik *sampling*. Berikut hasil efektifitas tanaman pereduksi kebisingan yang dapat dilihat pada **Tabel 8** :

Titik Sampling	Nilai Tingkat Kebisingan Maksimal (dB(A))	Pengurangan Nilai Tingkat Kebisingan (dB(A))	Efektifitas Pengurangan Nilai Tingkat Kebisingan (%)	Jenis Tanaman	Rata-rata Reduksi Kebisingan (dB(A))	Jarak Tanaman ke Rel Kereta Api (m)	Jumlah Tanaman
Titik 1B	62	7	1,13	Sebe (<i>Heliconia sp</i>)	4,2	6,0	2
Titik 2A	58	3	0,52	Lakuan-Yu (<i>Vernonia obtusifolia</i>)	2,3	2,6	2
Titik 3A	71	16	2,25	Sebe (<i>Heliconia sp</i>)	3,4	3,2	5
Titik 3B	70	15	2,14	Bambu pringgodani (<i>Bambusa sp</i>)	1,1	7,0	14
Titik 4A	77	22	2,86	Sebe (<i>Heliconia sp</i>)	3,4	3,2	7
Titik 4B	66	11	1,60	Sebe (<i>Heliconia sp</i>)	5,0	9,0	3
Titik 5A	75	20	2,60	Sebe (<i>Heliconia sp</i>)	3,4	3,2	6
Titik 5B	63	8	1,27	Johar (<i>Casia siamea</i>)	2,3	17,0	4

Tabel 8. Efektifitas Tanaman Pereduksi Kebisingan

Dari **Tabel 8** dapat dianalisis bahwa tanaman dengan efektifitas pereduksi kebisingan paling tinggi adalah tanaman *Sebe (Heliconia sp)* yaitu sebesar 2,86%. Pemilihan tanaman *Sebe (Heliconia sp)* dikarenakan tanaman ini termasuk ke dalam tanaman dengan perawatan yang mudah dan dapat tumbuh di daerah yang ekstrim. Ketinggian dari tanaman *Sebe (Heliconia sp)* sekitar 1 – 2,5 m. Tanaman ini juga biasanya difungsikan menjadi tanaman perdu di halaman rumah. Selain itu, tanaman *Sebe (Heliconia sp)*

dapat ditanam dengan jarak yang dekat dari sumber bising yaitu sebesar 3,2 m dengan ketinggian tanaman 1,2 m dimana memiliki rata-rata reduksi kebisingan yang tinggi sebesar 3,4 – 5,0 dB(A).



Gambar 13. Tanaman Sebe (*Heliconia sp*)

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang sudah dilakukan, maka kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut :

1. Nilai *L_{sm}* tertinggi pada minggu pertama dan minggu kedua terletak di Titik 4A dengan masing-masing nilai tingkat kebisingan sebesar 71,95 dB(A) dan 76,57 dB(A), dengan jarak dari rel kereta ke pemukiman sebesar 3,5 m. Rata-rata nilai kebisingan pada minggu pertama adalah 62,88 dB(A), rata-rata nilai tingkat kebisingan pada minggu kedua adalah 63,82 dB(A) dan rata-rata nilai tingkat kebisingan pada minggu pertama dan minggu kedua adalah 63,35 dB(A). Tingkat kebisingan di pemukiman sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman berkisar 52-77 dB(A). Nilai tingkat kebisingan yang diperoleh dalam penelitian ini, rata-rata telah melebihi nilai baku mutu yang ditetapkan oleh KEPMENLH No.48 Tahun 1996 tentang baku mutu yang diperbolehkan untuk kawasan pemukiman yaitu sebesar 55 dB(A).
2. Berdasarkan peta kontur kebisingan terdapat persebaran nilai tingkat kebisingan. Pada Titik 1A nilai kebisingan berkisar antara 52-54 dB(A), Titik 1B nilai kebisingan berkisar antara 60-62 dB(A), Titik 2A nilai kebisingan berkisar antara 56-58 dB(A), Titik 2B nilai kebisingan berkisar antara 52-53 dB(A), Titik 3A nilai kebisingan berkisar antara 66-71 dB(A), Titik 3B nilai kebisingan berkisar antara 66-70 dB(A), Titik 4A nilai kebisingan

berkisar antara 71-77 dB(A), Titik 4B nilai kebisingan berkisar antara 64-66 dB(A), Titik 5A nilai kebisingan berkisar antara 70-75 dB(A) dan Titik 5B nilai kebisingan berkisar antara 60-63 dB(A).

Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian yang sudah dilakukan, maka saran yang bisa diajukan adalah sebagai berikut :

1. Upaya pengendalian kebisingan pada pemukiman sekitar rel kereta api Kecamatan Gondokusuman dapat dilakukan dengan menggunakan *artificial barrier* dan *natural barrier*, dikarenakan penggunaan tanaman dan penghalang buatan perlu adanya jarak. Sedangkan jarak dari pemukiman ke rel kereta api melebihi 1 m yang dapat menggunakan *artificial barrier* dan *natural barrier*.
2. Mengetahui dan memperhatikan perbedaan setiap tipe dan kelas dari kereta api, karena setiap tipe dan kelas dari kereta api dapat menghasilkan nilai kebisingan yang berbeda-beda.
3. Menambahkan jumlah titik *sampling* pada penelitian selanjutnya untuk keakuratan di peta kontur nilai tingkat kebisingan yang dibuat dengan menggunakan *software Surfer 15.00*.

DAFTAR PUSTAKA

- Buchari, 2007. **Kebisingan Industri dan Hearing Conservation Program**. Repository USU.
- Chaeran, M. 2008. Tesis: **Kajian Kebisingan Akibat Aktivitas di Bandara (Studi Kasus Bandara Ahmad Yani Semarang)**. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Djalante, S. 2010. **Analisis Tingkat Kebisingan di Jalan Raya yang Menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) (Studi Kasus: Simpang Ade Swalayan)**. Jurnal SMARTek. Vol. 8 No.4.
- Goembira, Fadjar. 2016. **Analisis Tingkat Kebisingan di Kawasan Kampus Universitas Putra Indonesia di Kecamatan Lubuk Begalung Kota Padang**. Padang : Universitas Andalas.
- Islawati, 2014. **Analisis Tingkat Kebisingan Pada Kawasan Sekolah Menengah Atas di Kota Makassar**. Makassar : Universitas Hasannuddin.
- Kang Ting-Tsai, 2008. **Noise Mapping in Urban Environments**. Taiwan : Institute of Rural Planning, National Chung University.
- Kementrian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. **Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996 Tentang Baku Tingkat Kebisingan**, 1996.
- Maulana, Rais. 2011. **Pemetaan Kebisingan di Lingkungan Kampus Politeknik (PENS – ITS)**. Surabaya : Politeknik Elektronika Negeri Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Moriber, G. 1974. **Environmental Science**. Allyn and Bacee, Inc. Boston.
- Nurul, Hidayati. 2007. **Pengaruh Arus Lalu Lintas Terhadap Kebisingan (Studi Kasus Beberapa Zona Pendidikan di Surakarta)**. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Pedoman Konstruksi dan Bangunan. 2005. **Mitigasi Dampak Kebisingan Akibat Lalu Lintas Jalan**. Departemen Pekerjaan Umum.
- Pedoman Penanaman Pohon pada Sistem Jaringan Jalan. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.05/PRT/M/2012.
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 9 Tahun 2013 Tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 11 Tahun 2004 Tentang Garis Sempadan.
- Sanders, M.S.;Mc Cormick, EJ., 1987. **Human Factors in Engineering and Design**. New York: McGraw-hill.
- Sarwono, Jonathan. 2006. **Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif**. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Sasongko D.P, 2000. **Kebisingan Lingkungan Semarang** : Badan Penerbit Universitas Diponegoro.

Sears and Zemansky, 1962. **Physics**. Addison
Wesley Pub. Co, Inc, Reading,
Massachusetts.

Suma'mur, PK, 2009. **Higiene Perusahaan dan
Kesehatan Kerja**. Gunung Agung,
Jakarta.

Suma'mur, 1996. **Ergonomi untuk
Produktivitas Kerja**. CV. Haji
Masagung. Jakarta.

Supriyatno, Ade. 2016. **Pemetaan Kebisingan
Pada Kawasan Pendidikan Akibat
Transportasi di Area ZOSS (Zona
Selamat Sekolah) di Kota Pontianak**.
Pontianak : Universitas Tanjungpura.

Tri Astuti Jatiningrum, 2010. **Penelitian Risiko
Kebisingan Berdasarkan Analisa
Noise Mapping dan Noise Dose di Unit
Produksi Hot Strip Mill PT.
Krakatau Stell Cilegon**. Surakarta :
Universitas Sebelas Maret.

World Health Organization. **Definisi Sehat
WHO: WHO**.