



TUGAS AKHIR - RE 141581

**ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN DIKAITKAN
DENGAN TATA GUNA LAHAN DI KAWASAN
JALAN DR. IR. H. SOEKARNO (MERR)
SURABAYA**

ADHEE MUHAMMAD RIZKY
3313100059

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR - RE 141581

**ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN DIKAITKAN
DENGAN TATA GUNA LAHAN DI KAWASAN
JALAN DR. IR. H. SOEKARNO (MERR)
SURABAYA**

**ADHEE MUHAMMAD RIZKY
3313100059**

**Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, M.T.**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



FINAL PROJECT - RE 141581

**NOISE ANALYSIS DUE TO LAND USE OF
SURABAYA IN AREA DR. IR. H. SOEKARNO
STREET (MERR) SURABAYA**

**ADHEE MUHAMMAD RIZKY
3313100059**

**Supervisor
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, M.T.**

**DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut of Technology Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN DIKAITKAN DENGAN TATA GUNA LAHAN DI KAWASAN JALAN DR. IR. H. SOEKARNO (MERR) SURABAYA

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ADHEE MUHAMMAD RIZKY
NRP. 3313 100 059

Disetujui oleh:
Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, M.T.
NIP. 19660116 1997031 001



**ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN DIKAITKAN DENGAN TATA
GUNA LAHAN
DI KAWASAN JALAN DR. IR. H. SOEKARNO (MERR)
SURABAYA**

Nama Mahasiswa : Adhee Muhammad Rizky
NRP : 3313100059
Jurusan : Teknik Lingkungan, FTSP-ITS
Dosen Pembimbing : Dr.Ir. Rachmat Boedisantoso, M.T.

ABSTRAK

Aktivitas penduduk Kota Surabaya sebagai kota terbesar kedua di Indonesia tergolong tinggi. Jumlah kendaraan bermotor yang beroperasi juga mengalami peningkatan. Peningkatan jumlah kendaraan berakibat pada kebutuhan jumlah ruas jalan demi mengurangi permasalahan kemacetan. Salah satu kebijakan Pemerintah Kota Surabaya adalah penambahan jalan arteri primer yaitu pembangunan Jalan Dr. Ir. H. Soekarno atau Middle East Ring Road (MERR). Mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 48 tahun 1996 tentang baku tingkat kebisingan dan Perda Kota Surabaya No 12 tahun 2014 tentang RTRW Kota Surabaya tahun 2014-2034 maka telah dilakukan penelitian kebisingan di kawasan MERR dan kemudian kemudian dikorelasikan dengan nilai ambang baku mutu kebisingan sesuai tata guna lahan. Data primer yang diambil adalah nilai intensitas kebisingan ekivalen siang hari (L_s) dan malam hari (L_m),serta dihitung Intensitas rata-rata kebisingannya per hari (L_{sm}) didapatkan nilai 84,3 dB(A). Kemudian direncanakan peletakan peredam bising alami dan buatan di Kawasan MERR tersebut untuk mereduksi kebisingan yang bersumber dari lalu lintas. Direncanakan peredam bising buatan berupa tembok bata yang memiliki bilangan fresnel sebesar 6 sehingga didapatkan reduksi peredam bising buatan sebesar 21 dBA. Direncanakan juga peredam bising alami berupa tanaman perdu yang memiliki reduksi sebesar 1,8 dBA. Kombinasi dua jenis peredam bising tersebut dapat menurunkan kebisingan hingga memenuhi ambang baku mutu tingkat kebisingan. Kemudian dipetakan kebisingan area dengan dan tanpa peredam bising.

Kata kunci : Kebisingan, Peredam Bising, Surabaya

NOISE ANALYSIS DUE TO LAND USE OF SURABAYA IN AREA DR. IR. H. SOEKARNO STREET (MERR) SURABAYA

Student Name : Adhee Muhammad Rizky
NRP : 3313100059
Department : Environmental Engineering
Supervisor : Dr.Ir. Rachmat Boedisantoso, M.T.

ABSTRACT

People activity of Surabaya as the second largest city in Indonesia is high. The number of vehicles that operate also increased. The number of vehicles that increasing resulted in the need road segments for avoid the traffic jam problems. One of the policies by the Government of Surabaya is constructing primary arterial roads, that named Dr. Ir. H. Soekarno Street or Middle East Ring Road (MERR). Referring to the Regulation of the Environmental Ministry Republic of Indonesia No. 48 in 1996 about the standard of noise level and Regional Regulation of Surabaya City No. 12 in 2014 about Surabaya land use plan of Surabaya 2014-2034, therefore had done a noise research at MERR and then correlated with threshold standard of noise quality standard according to land use. Primary data that taken is equivalence day noise intensity (Ls) and night noise intensity (Lm), and calculated average noise intensity per day (Lsm) with value 84, 3 dB (A). Then, natural and artificial noise barrier in the MERR are planned to reducing noise that come from vehicles. Artificial noise barrier planned made from brick wall that has calculated fresnel number is 6. It can reduce noise level about 21 dBA that obtained from Maekawa's chart. Then, Also planned natural noise barrier from shrub plant that have a reduction of 1.8 dBA. Combination of noise barrier can reduce noise until under the threshold of standard noise level. Then noise area is mapped in both condition (with and without) noise barrier.

Keyword(s) : Noise, Noise Barrier, Surabaya

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga Tugas Akhir dengan judul **“Analisis Tingkat Kebisingan Dikaitkan dengan Tata Guna Lahan di Kawasan Jalan Dr. Ir. H. Soekarno (MERR) Surabaya”** ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya sebagai syarat memperoleh gelar sarjana teknik di Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS Surabaya.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ayahanda Ir. M. Rizal Haris dan Ibunda Siti Rahmah yang selalu memberikan dukungan dalam segala hal dan doa.
2. Bapak Dr.Ir. Rachmat Boedisantoso, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahannya.
3. Bapak Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, S.T.,MEPM., Bapak Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T., dan Bapak Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si, M.T., selaku dosen penguji atas saran dan nasihatnya.
4. Pratama Heru P., Azzahra Fitra A., Dwiky Okka T., Ranti A.M, Rizal Taufiqurrohman, Kristiandita Ariella, Bimo Teguh Yuwono dan Teman-teman HMB Surabaya yang membantu dalam proses pengumpulan data.
5. Rekan seperjuangan L-31 khususnya rekan sebimbing bapak Rachmat.
6. Pihak-pihak lain yang belum disebutkan yang memberikan bantuan moral maupun spiritual kepada penulis.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bias memberikan manfaat dan inspirasi untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

Surabaya, 21 Juni 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Abstrak	i
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar	xi
Daftar Lampiran	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Ruang Lingkup	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pengertian Kebisingan	7
2.2 Sumber Kebisingan	8
2.3 Jenis-Jenis Kebisingan	9
2.4 Tingkat Kebisingan	10
2.5 Pengukuran Kebisingan	11
2.5 Nilai Ambang Batas (NAB) Intensitas Kebisingan	14
2.7 Aplikasi Surfer	16
2.8 <i>Sound level meter</i> dan Global Positioning System	16
2.9 <i>Noise Barrier</i>	19
2.9.1 Noise Barrier Alami	22
2.9.2 Noise Barrier Buatan	23

BAB III GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI	29
3.1 Lokasi Geografis Wilayah Studi	29
3.2 Kondisi Fisik Wilayah Studi	29
3.3 Karakteristik Pemanfaatan Lahan	30
3.4 Gambaran Transportasi pada Wilayah Studi	30
3.5 Kondisi Titik Pengambilan sampel Tingkat Kebisingan	31
BAB IV METODE PENELITIAN	33
4.1 Kerangka Kerja	33
4.1.1 Studi Literatur	34
4.1.2 Ide Studi	34
4.1.3 Identifikasi Masalah	34
4.1.4 Observasi Lapangan	34
4.1.5 Pengumpulan Data	35
4.1.6 Analisis dan Pembahasan	38
4.1.7 Kesimpulan	42
4.1.8 Penyusunan Laporan Tugas Akhir	42
BAB V ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	43
5.1 Analisi Data Tingkat Kebisingan	43
5.1.1 Perhitungan Level Kebisingan	43
5.2 Pembuatan Peta Tingkat Kebisingan	49
5.2.1 <i>Plotting</i> Titik Pengambilan sampel	49
5.2.2 Evaluasi Kondisi Kebisingan dikaitkan dengan Tata Guna Lahan	54
5.2.3 Perencanaan peletakan BPB	59
5.3 Komparasi Kondisi Tingkat Kebisingan	74
5.3.1 Komparasi Tingkat Kebisingan Siang dan Malam	74
5.3.2 Komparasi Tingkat Kebisingan Berdasarkan Tata	

Guna Lahan	77
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	79
6.1 Kesimpulan	79
6.2 Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	LA 1

Daftar Tabel

Tabel 2.1	Baku Tingkat Kebisingan.....	15
Tabel 2.2	Pelemahan oleh Tanah Pada Ketinggian yang Berbeda dari Perambatan Gelombang Bunyi.....	22
Tabel 2.3	Efektivitas Pengurangan Kebisingan oleh Berbagai Macam Tanaman.....	23
Tabel 2.4	Transmissio Loss of General Building Material.....	25
Tabel 5.1	Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan	43
Tabel 5.2	Leq tiap Interval Pada Hari Senin.....	45
Tabel 5.3	Hasil Perhitungan Ls, Lm dan Lsm masing-masing Titik	46
Tabel 5.4	Rekapitulasi Lsm selama 1 Minggu.....	47
Tabel 5.5	Hasil Perhitungan Jumlah Kendaraan Rata-rata.....	49
Tabel 5.6	Koordinat DMS Titik Pengambilan sampel Utama ...	50
Tabel 5.7	Koordinat UTM Titik Pengambilan sampel Utama ...	51
Tabel 5.8	Hasil Perhitungan Reduksi Kebisingan Karena Pertambahan Jarak pada Titik Tambahan.....	55
Tabel 5.9	Hasil Perhitungan Reduksi Kebisingan di Titik Tambahan Terdekat	58
Tabel 5.10	Hasil Perhitungan Bilangan Fresnel	61
Tabel 5.11	Hasil Perhitungan Reduksi Tingkat Kebisingan Karena Jarak dan Peredam Buatan	62
Tabel 5.12	Hasil Perhitungan Reduksi Tingkat Kebisingan Karena Jarak, Peredam Buatan dan Alami.....	65
Tabel 5.13	Tingkat Kebisingan Siang Hari (Ls) dalam Kurun Waktu 1 Minggu.....	74
Tabel 5.14	Tingkat Kebisingan Malam Hari (Lm) dalam Kurun Waktu 1 Minggu.....	75
Tabel 5.15	Tingkat Kebisingan tiap Lokasi dan Peruntukannya	77

Daftar Gambar

Gambar 2.1	Nilai Ambang Batas Pendengaran Manusia	18
Gambar 2.2	<i>Sound level meter</i>	20
Gambar 2.3	Global Positioning System	21
Gambar 2.4	Grafik Maekawa.....	24
Gambar 2.5	Sketsa Arah Rambatan Kebisingan Tanpa Noise Barrier.....	26
Gambar 2.6	Sketsa Arah Rambatan Kebisingan Dengan Noise Barrier.....	26
Gambar 2.7	Skenario dengan Barrier Alami	27
Gambar 2.8	Skenario dengan Barrier Buatan	27
Gambar 2.9	Skenario dengan Barrier Alami dan Timbunan Tanah	27
Gambar 4.1	Diagram Alir Kerangka Kerja.....	33
Gambar 5.1	Grafik Komparasi Lsm Maksimum dan Minimum.....	48
Gambar 5.2	Proses Plotting Peta.....	49
Gambar 5.3	Lokasi Titik Pengambilan sampel Utama	52
Gambar 5.4	Lokasi Titik Pengambilan sampel Utama dan Titik Tambahan.....	53
Gambar 5.5	Sketsa Lokasi Titik Titik Kebisingan	57
Gambar 5.6	Grafik Maekawa.....	61
Gambar 5.7	Glodogan	63
Gambar 5.8	Bougenvil.....	64
Gambar 5.9	Teh-tehan Pangkas	64
Gambar 5.10	Sebaran Kebisingan Harian Maksimum (Lsm) Tanpa BPB	67
Gambar 5.11	Sebaran Kebisingan Harian Maksimum (Lsm) Dengan BPB	68

Gambar 5.12 Sebaran Kebisingan Siang Hari Maksimum (Ls) Tanpa BPB	69
Gambar 5.13 Sebaran Kebisingan Siang Hari Maksimum (Ls) Dengan BPB	70
Gambar 5.14 Sebaran Kebisingan Malam Hari Maksimum (Lm) Tanpa BPB	71
Gambar 5.15 Sebaran Kebisingan Malam Hari Maksimum (Lm) Dengan BPB	72
Gambar 5.16 Grafik Komparasi pra Operasional dan Pasca Operasional MERR.....	76

Daftar Lampiran

Lampiran A	Hasil Perhitungan Tingkat Kebisingan	LA 1
Lampiran B	Foto Lokasi Pengambilan Sampel dan Tampilan Aplikasi yang Digunakan	LB 1

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bising merupakan salah satu masalah kesehatan lingkungan di kota-kota besar. Laporan WHO tahun 1988 sebagaimana yang disampaikan oleh Dinas Kesehatan RI (1995), menyatakan bahwa 8% - 12% penduduk dunia telah menderita dampak kebisingan (Ikron 2007). Aktivitas penduduk Kota Surabaya sebagai kota terbesar kedua di Indonesia tergolong tinggi. Seiring perkembangan ekonomi di Kota Surabaya, jumlah kendaraan bermotor yang beroperasi baik kendaraan pribadi maupun kendaraan umum juga mengalami peningkatan. Lalulintas jalan merupakan sumber utama kebisingan yang mengganggu sebagian besar masyarakat perkotaan. Menurut Kryter, tingkat kebisingan jalan raya dapat mencapai 70-80 dB (Purnanta, 2008). Salah satu sumber bising lalu lintas jalan antara lain berasal dari kendaraan bermotor, baik roda dua, tiga maupun roda empat, dengan sumber penyebab bising antara lain dari bunyi klakson dan suara knalpot (Ikron, 2007).

Bashiruddin (2002) pada penelitiannya menemukan bahwa rerata intensitas bising kendaraan bajaj adalah 91 dB. Masalah kebisingan akibat lalulintas yang padat di daerah perkotaan bukan merupakan masalah baru, sehingga sulit untuk mendapatkan lokasi sekolah yang tenang, sementara kawasan sekolah membutuhkan lingkungan yang tenang agar kegiatan belajar mengajar dapat berlangsung dengan baik. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 718/MEN.KES/PER/XI/1987 bahwa pemukiman masuk dalam Zona B, yaitu zona yang diperuntukkan bagi perumahan, tempat pendidikan, rekreasi dan sejenisnya. Intensitas bising yang diperbolehkan untuk zona ini adalah 45 dB sampai 55 dB. Begitu pula dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 tahun 1996 yang menyebutkan bahwa baku tingkat kebisingan untuk kawasan perumahan dan pemukiman adalah 55 dB(A).

Berdasarkan teori dalam bidang ilmu THT, bising tidak hanya berdampak pada gangguan pendengaran, tetapi dapat juga berdampak pada gangguan komunikasi verbal. Gangguan ini dapat mengakibatkan seseorang harus berbicara dengan suara yang

lebih keras agar terdengar oleh lawan bicaranya (Kadriyan dkk, 2008). Jika hal ini berlangsung terus-menerus dan dalam waktu lama dapat mengakibatkan munculnya masalah dalam berkomunikasi dan kenyamanan untuk beristirahat. Disadari bahwa beberapa penelitian tentang kebisingan dengan gangguan kesehatan sudah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti, terutama terhadap pekerja. begitu pula untuk penelitian pengaruh kebisingan terhadap pemukiman. Namun, pada penelitian ini akan dibahas pengukuran tingkat kebisingan terhadap kawasan yang mengalami perubahan peruntukan. Akibat kondisi peningkatan jumlah kendaraan maka berakibat pula terhadap kebutuhan ruas jalan demi menguraikan permasalahan kemacetan yang akan timbul. Beberapa kebijakan telah diambil oleh Pemerintah Kota Surabaya seperti pengaturan rekayasa lalu lintas satu arah hingga pembangunan ruas jalan lingkaran sebagai solusi mengurai kemacetan. Salah satu pembangunan ruas jalan yang dilakukan adalah Jalan Lingkaran Timur bagian tengah atau yang disebut juga Middle East Ring Road (MERR). MERR atau yang memiliki nama lain Jalan Dr. Ir. H. Soekarno adalah jalan lingkaran penghubung antara Jalan Kenjeran hingga Jalan Raya Rungkut Madya. Keberadaan MERR berpengaruh besar terhadap pertumbuhan ekonomi disekitarnya, terbukti dengan keberadaan berbagai bangunan di sepanjang kawasan MERR seperti apartemen, pusat perbelanjaan, pusat kuliner, pusat perkantoran, serta kegiatan perekonomian lainnya. Dengan meningkatnya kegiatan di kawasan MERR ini, maka hal ini berdampak pada peningkatan kebisingan di kawasan tersebut karena Middle East Ring Road (MERR) Surabaya yang merupakan salah satu area yang telah mengalami perubahan tersebut.

Pada penelitian ini dilakukan analisis tingkat kebisingan hanya pada sebagian kawasan MERR, yaitu dimulai dari perempatan Jalan Mulyorejo sampai perempatan Jalan Arief Rahman Hakim dengan alasan pemilihan lokasi karena di kawasan ini terdapat perumahan, sekolah, pusat perbelanjaan, perkantoran dan dua gedung apartemen yang sedang dalam tahap konstruksi. Kawasan penelitian ini memiliki panjang ± 3 km. Dari kondisi kepadatan lalu lintas dan aktivitas masyarakat di kawasan penelitian yang direncanakan, maka dilakukan penelitian awal pengukuran tingkat kebisingan yang dilakukan pada tanggal 03

Januari 2017 pukul 12.00-14.00 WIB dengan menggunakan alat *Sound level meter* (SLM) di beberapa titik pengambilan sampel yang mewakili beberapa fungsi bangunan di kawasan penelitian ini. Kemudian didapatkan kondisi tingkat kebisingan pada kawasan tersebut adalah sebagai berikut:

- Kawasan Permukiman
(Depan Perumahan Wisma Permai) : 78 dBA
- Kawasan Tempat Pendidikan
(Depan SMPN 19) : 82 dBA
- Kawasan Perkantoran
(Pertigaan MERR-RS Haji) : 80 dBA
- Kawasan Perdagangan
(Depan Galaxy Mall) : 80 dBA

Dengan berpedoman pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 48/ MENLH/ PER/ XI/ 1996, hasil pengukuran awal tersebut dapat dikatakan melebihi ambang batas tingkat kebisingan yang telah ditetapkan oleh pemerintah dengan nilai ambang batas tingkat kebisingan yaitu peruntukan kawasan perumahan dan pemukiman adalah sebesar 55 dBA, peruntukan kawasan perdagangan dan perkantoran adalah sebesar 65 dBA, dan peruntukan lingkungan sekolah dan sejenisnya adalah 55 dBA. Dengan adanya alasan diatas maka dapat dilakukan penarikan hipotesis bahwa kawasan ini memiliki tingkat kebisingan yang melebihi ambang batas. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, peneliti akan melakukan analisis kondisi kebisingan dan pola persebaran kebisingan di kawasan tersebut sesuai dengan peruntukannya (Rencana Tata Ruang Wilayah).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah

1. Bagaimana kondisi kebisingan di kawasan Middle East Ring Road (MERR) Surabaya,
2. Bagaimana sebaran kebisingan yang ditimbulkan oleh aktivitas yang berada pada kawasan Middle East Ring Road (MERR) Surabaya.
3. Bagaimana cara merencanakan jenis peredam bising yang sesuai untuk mereduksi kebisingan hingga memenuhi standar baku mutu kebisingan menurut KEPMEN LH no. 48 tahun 1996.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam perencanaan ini adalah

1. Menganalisis nilai tingkat kebisingan di kawasan Middle East Ring Road (MERR) Surabaya dan membandingkan dengan baku tingkat kebisingan sesuai peruntukannya
2. Memetakan sebaran kebisingan akibat aktivitas di kawasan Middle East Ring Road (MERR) Surabaya
3. Merencanakan Peredam Bising yang sesuai untuk mereduksi kebisingan di setiap fungsi tata guna lahan agar dapat memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh KEPMEN LH no. 48 tahun 1996.

1.4 Ruang Lingkup

Dalam proses penelitian kebisingan ini, ruang lingkup yang digunakan meliputi:

1. Penelitian kebisingan dilakukan di sepanjang kawasan Middle East Ring Road (MERR) Surabaya, dari perempatan Jalan Arief Rahman Hakim terus kearah utara sampai dengan perempatan Jalan Mulyorejo.
2. Pengambilan sampel menggunakan alat *Sound level meter* (SLM) untuk mengukur kebisingan, stopwatch untuk pengukuran waktu dan Global Positioning System (GPS) untuk menentukan titik koordinat titik pengambilan sampel.
3. Pengukuran level bunyi dilakukan sedekat mungkin dengan sumber kebisingan pada kawasan penelitian dengan memperhatikan cuaca/iklim (tidak dilakukan saat cuaca sedang hujan)
4. Pengukuran level bunyi dilakukan selama 7 hari dalam jangka waktu 2 minggu dengan interval waktu yang telah ditetapkan di KEPMEN LH No.48 tahun 1996 untuk pengukuran 16 titik utama dan pengukuran untuk titik pengambilan sampel tambahan selama 7 hari dalam 2 minggu berikutnya setelah pengambilan sampel titik utama selesai.
5. Pemetaan pola tingkat kebisingan dengan menggunakan *aplikasi* surfer.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah

1. Mengetahui pengaruh tingkat kebisingan terhadap aktivitas pada kawasan MERR Surabaya
2. Memperoleh peta pola persebaran tingkat kebisingan yang berasal dari *aplikasi* surfer dan dapat dibandingkan dengan KEPMEN LH No. 48 tahun 1996.
3. Mengetahui kondisi kebisingan dan peredam bising yang tepat untuk mereduksi kebisingan di kawasan MERR Surabaya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian 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 (KEPMEN LH no 48 tahun 1996) atau semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan atau alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran (Kepmenaker 51/MEN/1999). Tingkat intensitas bunyi dinyatakan dalam satuan bel atau decibel (dB) (Sears and Zemansky, 1962). Polusi suara atau kebisingan dapat didefinisikan sebagai suara yang tidak dikehendaki dan mengganggu manusia (Lord, 2001). Lalu lintas adalah kegiatan lalu-lalang atau gerak kendaraan, orang dan/atau hewan di jalan (Warpani, 2002). Aktivitas transportasi yang memiliki pengaruh besar terhadap kebisingan adalah keberadaan kendaraan bermotor. Kendaraan bermotor memberikan pengaruhnya melalui suara yang dihasilkan kendaraan tersebut dari knalpotnya. Pada saat tertentu, motor yang memiliki knalpot yang sudah tidak standar menghasilkan kebisingan yang sangat besar. Suara knalpot dari sepeda motor yang telah dimodifikasi dapat mencapai 80-90 dBA (Krisindarto, 1996). Kecepatan memberikan pengaruh yang kecil terhadap kebisingan. Kebisingan yang terjadi hanya dipengaruhi oleh volume lalu lintas saja (Rao, 1988).

Bunyi atau suara didengar sebagai rangsangan pada sel saraf pendengar dalam telinga oleh gelombang longitudinal yang ditimbulkan getaran dari sumber bunyi atau suara dan gelombang tersebut merambat melalui media udara atau penghantar lainnya dan manakala bunyi atau suara tersebut tidak dikehendaki oleh karena mengganggu atau timbul di luar kemauan orang yang bersangkutan, maka bunyi-bunyian atau suara seorang cenderung mengabaikan kebisingan yang dihasilkannya sendiri bila kebisingan itu secara wajar menyertai pekerjaan, seperti kebisingan mesin kerja. Sebagai patokan, kebisingan mekanik atau elektrik, yang disebabkan kipas angin, transformator, motor, pompa, pembersih vakum atau mesin cuci, selalu lebih

mengganggu daripada kebisingan yang yang hakekatnya alami (angin, hujan, dan air terjun) (Prasetio, 2006).

2.2 Sumber Kebisingan

Menurut Dirjen PPM dan PL, DEPKES dan KESSOS RI, 2000 dalam Subaris dan Haryono (2008) sumber kebisingan dibedakan menjadi tiga yaitu :

1) Bising Industri

Industri besar termasuk di dalamnya pabrik, bengkel dan sejenisnya. Bising industri dapat dirasakan oleh karyawan maupun masyarakat di sekitar industri dan juga setiap orang yang secara tidak sengaja berada di sekitar industri tersebut. Sumber kebisingan bising industri dapat diklasifikasikan menjadi 3 macam, yaitu :

a) Mesin : Kebisingan yang ditimbulkan oleh mesin.

b) Vibrasi : Kebisingan yang ditimbulkan oleh akibat getaran yang ditimbulkan akibat gesekan, benturan atau ketidakseimbangan gerakan bagian mesin. Terjadi pada roda gigi, batang torsi, piston, fan, dan lain-lain.

c) Pergerakan udara, gas dan cairan :

Kebisingan ini ditimbulkan akibat pergerakan udara, gas, dan cairan dalam kegiatan proses kerja industri misalnya pada pipa penyalur cairan gas, outlet pipa, gas buang, dan lain-lain.

2) Bising Rumah Tangga

Bising disebabkan oleh rumah tangga dan tidak terlalu tinggi tingkat kebisingannya, misalnya pada saat proses masak di dapur.

3) Bising Spesifik

Bising yang disebabkan oleh kegiatan-kegiatan khusus, misalnya pemasangan tiang pancang tol atau bangunan.

Menurut Wisnu dalam Subaris dan Haryono (2008) sumber bunyi dilihat dari sifatnya dibagi menjadi dua, yaitu:

1) Sumber kebisingan statis seperti pabrik, mesin, tape, dll.

2) Sumber kebisingan dinamis seperti mobil, pesawat terbang, kapal laut dan lainnya

2.3 Jenis-Jenis Kebisingan

berdasarkan sifat dan spektrum frekuensi bunyi, bising dibagi atas :

- 1) Kebisingan menetap berkelanjutan tanpa putus-putus dengan spektrum frekuensi yang lebar (*steady state, wide band noise*), misalnya bising mesin, kipas angin, dapur pijar dan lain-lain.
- 2) Kebisingan menetap berkelanjutan dengan spektrum frekuensi tipis (*steady state, narrow band noise*), misalnya bising gergaji sirkuler, katup gas dan lain-lain.
- 3) Kebisingan terputus-putus (*intermittent noise*), misalnya bising lalu-lintas suara kapal terbang di bandara.
- 4) Kebisingan impulsif (*impact or impulsive noise*), seperti bising pukulan palu, tembakan bedil atau meriam dan ledakan.
- 5) Kebisingan impulsif berulang, misalnya bising mesin tempa di perusahaan atau tempaan tiang pancang bangunan.

Menurut Tambunan (2005) klasifikasi kebisingan di tempat kerja dibagi dalam dua jenis golongan besar, yaitu :

- 1) Kebisingan tetap (*steady noise*), yang terbagi menjadi dua yaitu :
 - Kebisingan dengan frekuensi terputus (*discrete frequency noise*),
 - *Broad band noise*, kebisingan yang terjadi pada frekuensi terputus yang lebih bervariasi.
- 2) Kebisingan tidak tetap (*unsteady noise*), yang terbagi menjadi tiga yaitu
 - Kebisingan fluktuatif (*fluctuating noise*), kebisingan yang selalu berubah-ubah selama rentang waktu tertentu.
 - *Intermittent noise*, kebisingan yang terputus-putus dan besarnya dapat berubah-ubah, contoh kebisingan lalu lintas.
 - *Impulsive noise*, dihasilkan oleh suara-suara berintensitas tinggi (memekakkan telinga) dalam waktu relatif singkat, misalnya suara ledakan senjata api.

Berdasarkan pengaruhnya pada manusia, bising dapat dibagi atas :

- 1) Bising yang mengganggu (*Irritating noise*)
Merupakan bising yang mempunyai intensitas tidak terlalu keras, misalnya mendengarkan.

- 2) Bising yang menutupi (*Masking noise*)
Merupakan bunyi yang menutupi pendengaran yang jelas, secara tidak langsung bunyi ini akan membahayakan kesehatan dan keselamatan tenaga kerja, karena teriakan atau isyarat tanda bahaya tenggelam dalam bising dari sumber lain.
- 3) Bising yang merusak (*Damaging/Injurious noise*)
Merupakan bunyi yang intensitasnya melampaui Nilai Ambang Batas. Bunyi jenis ini akan merusak atau menurunkan fungsi pendengaran.

Berdasarkan skala intensitas maka tingkat kebisingan dibagi dalam : sangat tenang, tenang, sedang, kuat, sangat hiruk pikuk dan menulikan. Intensitas bunyi adalah arus energi per satuan luas yang dinyatakan dalam satuan desibel (dB).

2.4 Tingkat Kebisingan

Terdapat dua karakteristik utama yang menentukan kualitas suatu bunyi atau suara, yaitu frekuensi dan intensitasnya. Frekuensi dinyatakan dalam jumlah getaran per detik dengan satuan Hertz (Hz), yaitu jumlah gelombang bunyi yang sampai di telinga setiap detiknya. Sesuatu benda jika bergetar menghasilkan bunyi atau suara dengan frekuensi tertentu yang merupakan ciri khas dari benda tersebut. Biasanya suatu kebisingan terdiri atas campuran sejumlah gelombang sederhana dari aneka frekuensi. Nada suatu kebisingan ditentukan oleh frekuensi getaran (Suma'mur, 2009). Kebisingan lebih dipengaruhi oleh amplitudo dibandingkan frekuensi. Hal ini dapat dibuktikan saat kita menaikkan atau menurunkan volume televisi. Frekuensi suara yang dihasilkan akan tetap sama, volume yang berubah adalah efek dari amplitudo yang berubah. Dengan kata lain, pengubahan volume yang dilakukan adalah mengubah amplitudo dari suara yang dihasilkan.

Intensitas atau arus energi per satuan luas biasanya dinyatakan dalam suatu satuan logaritmis yang disebut desibel (dB) dengan memperbandingkannya dengan kekuatan standar $0,0002 \text{ dyne/cm}^2$ yaitu kekuatan bunyi dengan frekuensi 1000 Hz yang tepat didengar oleh telinga normal (Suma'mur, 2009).

Karena ada kisaran sensitivitas, telinga dapat mentoleransi bunyi-bunyi yang lebih keras pada frekuensi yang lebih rendah dibanding pada frekuensi tinggi. Kisaran kurva-kurva pita oktaf dikenal sebagai kurva tingkat kebisingan ($NR = \text{noise rating}$) pernah dibuat untuk menyatakan analisis pita oktaf yang dianjurkan pada berbagai situasi. Kurva bising yang diukur yang terletak dekat di atas pita analisis menyatakan NR kebisingan tersebut (Harrington dan Gill, 2005).

Menurut SK Dirjen P2M dan Penyehatan Lingkungan Pemukiman Departemen Kesehatan RI Nomor 70-1/PD.03.04.Lp, (Petunjuk Pelaksanaan Pengawasan Kebisingan yang Berhubungan dengan Kesehatan Tahun 1992, 1994/1995), tingkat kebisingan diuraikan sebagai berikut :

- 1) Tingkat kebisingan sinambung setara (*Equivalent Continuous Noise Level=Leq*) adalah tingkat kebisingan terus menerus (*steady noise*) dalam ukuran dB (A), berisi energi yang sama dengan energi kebisingan terputus-putus dalam satu periode atau interval waktu pengukuran.
- 2) Tingkat kebisingan yang dianjurkan dan maksimum yang diperbolehkan adalah rata-rata nilai modulus dari tingkat kebisingan pada siang, petang dan malam.

Tingkat ambien kebisingan (*Background noise level*) atau tingkat latar belakang kebisingan adalah rata-rata tingkat suara minimum dalam keadaan tanpa gangguan kebisingan pada tempat dan saat pengukuran dilakukan, jika diambil nilainya dari distribusi statistik adalah 95% atau L-95. Secara garis besar strategi pengendalian bising dibagi menjadi tiga elemen yaitu pengendalian terhadap sumber bising, pengendalian terhadap jalur bising dan pengendalian terhadap penerima bising (Papacostas, 1993). Tingkat kebisingan lalu lintas di suatu lokasi merupakan fungsi dari volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, lebar jalan dan adanya benda yang dapat memantulkan atau meredam bunyi di kiri kanan jalan (Purnomowati, 1997). Namun, beberapa penelitian menyatakan bahwa kecepatan kendaraan kecil pengaruhnya sehingga tingkat kebisingan sangat dipengaruhi oleh volume lalu lintas saja (Rao, 1988). Dengan demikian, jumlah kendaraan yang melintas merupakan faktor utama yang mempengaruhi kebisingan yang terjadi.

Selain itu, kebisingan yang terjadi juga dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor lain seperti jenis kendaraan, jenis mesin, arah angin, suhu, cuaca, vegetasi, topografi ataupun peruntukan kawasan. Faktor-faktor yang disebutkan diatas dapat mempengaruhi kebisingan baik menjadi faktor penyebab ataupun pelemahan kebisingan. Dengan mengetahui faktor-faktor tersebut kita dapat merencanakan pengendalian kebisingan yang sesuai.

Pengendalian kebisingan Upaya pengendalian kebisingan dilakukan untuk mengurangi tingkat kebisingan. 3 jenis cara yang dapat ditempuh antara lain:

1. Pengendalian pada sumber. Upaya pengendalian bising pada sumber kebisingan berupa perlindungan pada peralatan, struktur, dan pekerja dari dampak bising dengan cara pembatasan tingkat bising yang boleh dipancarkan sumber. Reduksi kebisingan pada sumber biasanya memerlukan modifikasi atau mereduksi 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.
2. Pengendalian pada media rambatan. Pengendalian pada media rambatan dilakukan diantara sumber dan penerima kebisingan. Prinsip pengendaliannya adalah melemahkan intensitas kebisingan yang merambat dari sumber dengan cara membuat hambatan-hambatan. Contoh pengendalian kebisingan pada media adalah dengan memasang penghalang. Udara merupakan medium yang diperlukan agar suara dapat merambat. Namun, udara juga merupakan merupakan penghambat bunyi akibat adanya penyerapan gelombang suara oleh udara. Misalnya, udara bersuhu rendah akan lebih menyerap suara dibandingkan dengan suhu tinggi. Pada lingkungan terbuka, arah angin juga mempengaruhi kebisingan. Jika arah angin menuju penerima, maka suara terdengar lebih keras (Doelle, 1972)
3. Pengendalian kebisingan pada penerima. Pengendalian kebisingan pada penerima dilakukan untuk mereduksi

tingkat kebisingan yang diterima setiap hari. Pengendalian ini terutama ditujukan pada orang yang setiap harinya menerima kebisingan, seperti operator pesawat terbang dan orang lain yang menerima kebisingan. Pada manusia metode pengendalian kebisingan pada penerima dapat dilakukan dengan cara menutup telinga menggunakan tangan ataupun dengan memanfaatkan alat bantu yang bisa mereduksi tingkat kebisingan yang masuk ke telinga (Sujarwanto, 2014).

Beberapa fungsi hutan kota lainnya yang penting bagi kehidupan manusia diantaranya, yaitu : pelestarian plasma nutfah, penahan dan penyaring debu, mengatasi intrusi air laut dan abrasi, penahan angin, penghasil oksigen, dan peredam kebisingan (Huboyo dan Sumiati, 2008). Kerapatan vegetasi akan efektif mereduksi kebisingan pada jarak yang dekat dengan sumber kebisingannya. Untuk mendapatkan hasil yang optimum dalam mereduksi kebisingan, jajaran semak dan pohon seharusnya ditanam dekat pusat kebisingan. Hutan kota berfungsi mengurangi kebisingan. Selain menghalangi gelombang suara juga menghalangi sumber suara. Gelombang suara diabsorpsi oleh daun, cabang, ranting dan pohon (Irwan, 2008).

Menurut Nugroho (2005) jika ditinjau secara teliti kebisingan lalu-lintas akan ditentukan oleh faktor-faktor sebagai berikut :

1. Mesin kendaraan
2. Jenis motor bakar
3. Jenis kipas angin pendinginan
4. Sistem pembuangan gas sisa
5. Hisapan dari karburator
6. Jenis ban (standard atau radial)
7. Bentuk kendaraan

Untuk kendaraan dengan kecepatan rendah, 4 faktor pertama akan dominan. Sedangkan untuk kecepatan tinggi, 3 faktor terakhir yang dominan pengaruhnya.

2.5 Pengukuran Kebisingan

Menurut Suma'mur (2009) tujuan pengukuran kebisingan adalah :

- 1) Memperoleh data tentang frekuensi dan intensitas kebisingan di perusahaan atau di mana saja.
- 2) Menggunakan data hasil pengukuran kebisingan untuk mengurangi intensitas kebisingan tersebut, sehingga tidak menimbulkan gangguan dalam rangka upaya konservasi pendengaran tenaga kerja, atau perlindungan masyarakat atau tujuan lainnya.

Alat utama dalam pengukuran kebisingan adalah *Sound level meter*. Alat ini mengukur kebisingan pada intensitas 30-130 dB dan dari frekuensi 20-20.000 Hz. Suatu sistem kalibrasi terdapat dalam alat itu sendiri, kecuali untuk kalibrasi *mikrofon* diperlukan pengecekan dengan kalibrasi tersendiri. Sebagai alat kalibrasi dapat dipakai pengeras suara yang kekuatan suaranya dapat diatur oleh *amplifier* atau suatu *piston phone* dibuat untuk maksud kalibrasi tersebut, yang tergantung dari tekanan udara, sehingga perlu koreksi berdasarkan atas perbedaan tekanan barometer. Kalibrator dengan intensitas tinggi (125 dB) lebih disukai, oleh karena alat pengukur intensitas kebisingan demikian mungkin dipakai untuk mengukur kebisingan yang intensitasnya tinggi.

Sebagaimana telah dinyatakan untuk mengukur intensitas dan menentukan frekuensi kebisingan diperlukan peralatan khusus yang berbeda bagi jenis kebisingan dimaksud. Jika tujuan dari pengukuran kebisingan hanya untuk mengendalikan kebisingan, seperti misalnya untuk melakukan isolasi mesin atau pemasangan perlengkapan dinding yang mengabsorpsi suara atau pemilihan alat pelindung telinga, pengukuran tidak perlu selengkap sebagaimana dimaksudkan dalam rangka lokalisasi secara tepat sumber kebisingan pada suatu mesin dengan tujuan memodifikasi mesin tersebut, melalui pembuatan desain yang dipakai dasar konstruksi bentuk mesin dengan tingkat kebisingan (Suma'mur, 2009).

Faktor lainnya yang menentukan pemilihan alat pengukur kebisingan adalah tersedianya tenaga pelaksana untuk melakukan pengukuran terhadap kebisingan dan juga waktu yang dialokasikan untuk hal tersebut. Sebagaimana sering dialami kenyataan bahwa

lebih disenangi pengumpulan data tentang kebisingan secara merekamnya (*recording*) yang kemudian data rekaman dibawa ke laboratorium untuk dilakukan analisis (Suma'mur, 2009).

Menurut KEPMEN LH no 48 tahun 1996, pengukuran tingkat kebisingan dapat dilakukan dengan dua cara :

1. Cara Sederhana Dengan sebuah *sound level meter* biasa diukur tingkat tekanan bunyi dB (A) selama 10 (sepuluh) menit untuk tiap pengukuran. Pembacaan dilakukan setiap 5 (lima) detik.
2. Cara Langsung Dengan sebuah *integrating sound level meter* yang mempunyai fasilitas pengukuran LTM5, yaitu Leq dengan waktu ukur setiap 5 detik, dilakukan pengukuran selama 10 (sepuluh) menit.

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

- L1 diambil pada jam 07.00 mewakili jam 06.00 – 09.00
- L2 diambil pada jam 10.00 mewakili jam 09.00 – 11.00
- L3 diambil pada jam 15.00 mewakili jam 14.00 – 17.00
- L4 diambil pada jam 20.00 mewakili jam 17.00 – 22.00
- L5 diambil pada jam 23.00 mewakili jam 22.00 – 24.00
- L6 diambil pada jam 01.00 mewakili jam 24.00 – 03.00
- L7 diambil pada jam 04.00 mewakili jam 03.00 – 06.00

Keterangan :

- Leq = Equivalent Continuous Noise Level atau Tingkat Kebisingan Sinambung Setara ialah nilai tingkat kebisingan dari kebisingan yang berubah ubah (fluktuatif) selama waktu tertentu, yang setara dengan tingkat kebisingan dari kebisingan ajeg (steady) pada selang waktu yang sama. Satuannya adalah dB (A).
- LTM5 = Leq dengan waktu pengambilan sampel tiap 5 detik

- LS = Leq selama siang hari
- LM = Leq selama malam hari
- LSM = Leq selama siang dan malam hari

LS dihitung sebagai berikut :

$$LS = 10 \log 1/16 \{T1.100.1.L1 + \dots + T4.100.1.L4\} \text{ dB (A)}$$

LM dihitung sebagai berikut :

$$LM = 10 \log 1/8 \{T5.100.1.L5 + \dots + T7.100.1.L7\} \text{ dB (A)}$$

Untuk mengetahui apakah kebisingan sudah melampaui tingkat kebisingan maka perlu dicari nilai LSM dari pengukuran lapangan. LSM dihitung dengan rumus :

$$LSM = 10 \log 1/24 \{16.100.1.L S + \dots + 8.100.1(L M +5)\} \text{ dB (A)}$$

2.6 Nilai Ambang Batas (NAB) Intensitas Kebisingan

Nilai Ambang Batas (NAB) kebisingan sebagai faktor bahaya di tempat kerja adalah standar faktor tempat kerja yang dapat diterima tenaga kerja tanpa mengakibatkan penyakit atau gangguan kesehatan dalam pekerjaan sehari-hari untuk waktu tidak melebihi 8 (delapan) jam sehari dan 5 (lima) hari kerja seminggu atau 40 jam seminggu. (KEPMENAKER No. Kep.51/MEN/1999).

Nilai Ambang Batas kebisingan adalah intensitas suara tertinggi yang merupakan nilai rata-rata yang masih dapat diterima tenaga kerja tanpa mengakibatkan hilangnya daya dengar yang menetap untuk waktu kerja 8 jam sehari dan 40 jam seminggu. Sesuai dengan Keputusan Menteri Tenaga kerja No. Kep.51/MEN/1999, tanggal 16 april 1999 tentang nilai ambang batas kebisingan ditempat kerja adalah 85 dB (A), dan merupakan standar dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 16-7063-2004 Nilai Ambang Batas iklim kerja (panas), kebisingan, getaran tangan-lengan dan radiasi sinar ultra ungu di tempat kerja. SNI dimaksud juga memberikan informasi tentang pengendalian kebisingan yang dilakukan sehubungan dengan tingkat paparan sebagaimana yang diatur mengenai lamanya waktu paparan terhadap tingkat intensitas (Suma'mur, 2009).

Untuk menjadikan 85 dB (A) sebagai ketentuan NAB dalam peraturan perundang-undangan dan kemudian standar dalam SNI diperlukan waktu lebih dari 30 tahun. Perhatian dan keinginan untuk memiliki standar nasional NAB kebisingan telah ada sejak pertengahan tahun 1970an. Semula ada tiga pendapat tentang nilai yang merupakan alternatif untuk dipilih yaitu 80, 85 dan 90 dB (A). Ketiga pilihan ini tidak saja menjadi persoalan di Indonesia, melainkan juga pada negara-negara lain yang sulit untuk mendapat kesepakatan tentang pilihan yang paling dapat diterima. Pendapat yang berbeda tercermin pula dari kriteria resiko kerusakan pendengaran yang menampilkan 3 (tiga) alternative sebagaimana dimaksud yang mencakup frekuensi kebisingan dari 240-4.000 Hz. Mengingat bahwa 85 dB (A) adalah intensitas yang sepadan dengan frekuensi 500-2.000 Hz yaitu daerah pendengaran untuk pembicaraan maka sangat bijak untuk menetapkan 85 dB (A) sebagai NAB kebisingan. Menurut Lampiran KEPMEN LH no 48 tahun 1996, baku mutu tingkat kebisingan adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Baku Tingkat Kebisingan

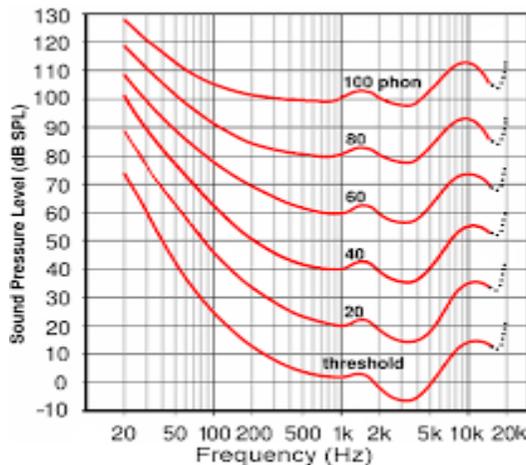
Peruntukan Kawasan/ Lingkungan Kegiatan	Tingkat Kebisingan dB (A)
a. Peruntukan kawasan	
1. Perumahan dan permukiman	55
2. Perdagangan dan Jasa	70
3. Perkantoran dan Perdagangan	65
4. Ruang Terbuka Hijau	50
5. Industri	70
6. Pemerintah dan Fasilitas Umum	60
7. Rekreasi	70
8. Khusus:	
- Bandar udara *)	
- Stasiun Kereta Api *)	
- Pelabuhan Laut	70
- Cagar Budaya	60

Lanjutan Tabel 2.1

Peruntukan Kawasan/ Lingkungan Kegiatan	Tingkat Kebisingan dB (A)
b. Lingkungan Kegiatan <ol style="list-style-type: none"> 1. Rumah Sakit atau sejenisnya 2. Sekolah atau sejenisnya 3. Tempat Ibadah atau sejenisnya 	55 55 55
Keterangan: *) disesuaikan dengan ketentuan Menteri Perhubungan	

Sumber : Lampiran KEPMEN LH No. 48/ 1996

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan No. 1405 tahun 2002, tingkat kebisingan maksimal di ruang kerja adalah sebesar 85 dBA. Untuk tingkat kebisingan di lingkungan kerja antara 85 – 139 dBA, waktu maksimum paparan per hari diatur melalui Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. 51 Tahun 1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja yaitu tingkat kebisingan lebih dari 140 dBA tidak boleh terpapar walaupun sesaat [8]. Nilai ambang batas pendengaran manusia pada setiap frekuensi tercantum pada ISO 226:2003.



Gambar 2.1 Nilai Ambang Batas Pendengaran Manusia

2.7 Pemetaan Kebisingan dengan Aplikasi Surfer

Perangkat lunak surfer adalah suatu program permodelan untuk pembuatan kontur. Untuk membuat kontur diperlukan input data dan input grid. Input data adalah data yang akan diproses untuk dibuat kontur, sedangkan input grid adalah koordinat titik yang akan dibuat kontur berupa sumbu X dan sumbu Y serta sumbu Z sebagai data yang akan diproses. Dalam pembuatan kontur, diperlukan pemilihan metode grid. Sumbu X dan Y merupakan koordinat lokasi pengambilan sampel sedangkan sumbu Z adalah nilai LSM (Heru, 2011)

Dalam pembuatan kontur, aplikasi Surfer mampu mengolah data koordinat yang diperoleh dari Ms Excel yang saling bekerjasama mengolah data agar menjadi peta kontur yang sesuai dengan koordinat x, y dan z yang diketahui. Fungsi lain dari aplikasi Surfer, juga dapat menghasilkan tampilan 3D dari data koordinat yang telah dimasukkan sebelumnya. Di dalam fungsi 3D tersebut, juga ada untuk mengedit tampilan 3D yang sesuai keinginan pengguna, misalnya daerah yang lebih tinggi warnanya diedit menjadi hijau tua, atau daerah paling rendah warnanya diedit menjadi cokelat kehitaman. Hal ini tentunya sangat berguna untuk pemodelan data 3D yang sesuai dengan bidang Geodesi dan rekayasa lainnya. Misalnya, untuk bidang pertambangan, pemodelan 3D digunakan sebagai hasil survey lapangan yang sangat berguna untuk mengetahui model atau bentuk rupa tambang yang akan dieksplorasi. (Muzzayana, 2014)

Permodelan untuk memprediksi sebaran kebisingan

2.8 *Sound Level Meter* dan *Global Positioning System* (GPS)

Sound level meter merupakan sebuah alat ukur yang digunakan untuk mengukur kebisingan. Adapun suara atau kebisingan yang diukur biasanya adalah suara yang tidak dikehendaki atau suara-suara yang berpotensi dapat menyebabkan rasa sakit pada telinga. fungsi *sound level meter* adalah untuk mengukur kebisingan antara 30-130 dB dalam satuan dBA dari frekuensi antara 20-20.000Hz dengan tingkat ketelitian pengukuran berkisar dari 26dB (A). seperti halnya alat ukur lainnya, dalam penggunaan *sound level meter* juga ada

beberapa hal penting yang harus diperhatikan agar diperoleh hasil pengukuran yang akurat. Berikut ini adalah cara menggunakan *sound level meter* yang dapat Anda ikuti:

1. Pertama-tama aktifkan alat ukur *sound level meter* yang akan digunakan untuk mengukur
2. Pilih selektor pada posisi fast untuk jenis kebisingan continue atau berkelanjutan atau selektor pada posisi slow untuk jenis kebisingan impulsive atau yang terputus-putus
3. Pilih selektor range intensitas kebisingan
4. Kemudian, tentukan area yang akan diukur
5. Setiap area pengukuran dilakukan pengamatan selama 1-2 menit dengan kurang lebih 6 kali pembacaan
6. Hasil pengukuran berupa angka yang ditunjukkan pada monitor
7. Tulis hasil pengukuran dan hitung rata-rata kebisingannya, maka akan diketahui hasil pengukuran dari kebisingan tersebut



Gambar 2.2 *Sound level meter*

Global Positioning System (GPS) adalah sistem navigasi berbasis satelit yang terdiri dari 24 jaringan satelit yang ditempatkan di orbit. GPS pada awalnya ditujukan untuk aplikasi militer, tetapi pada 1980-an pemerintah membuat sistem yang tersedia untuk penggunaan sipil. GPS bekerja dalam kondisi cuaca apapun, di manapun 24 jam sehari. Di setiap daerah yang ada di bumi ini akan di jangkau oleh 3-4 satelit. Akan tetapi, satelit dapat bekerja dengan maksimal tergantung terhadap kondisi langit yang cerah dan juga tidak adanya halangan sehingga akurasi juga akan semakin tinggi. Satelit GPS berputar mengelilingi bumi selama 12 jam di dalam orbit dan mengirimkan sinyal informasi

yang akurat ke bumi. **GPS receiver** mengambil informasi itu dengan menggunakan perhitungan “**triangulation**” menghitung lokasi user dengan tepat. GPS receiver membandingkan waktu sinyal di kirim dengan waktu sinyal tersebut di terima.

Dari informasi itu didapat diketahui berapa jarak satelit. Dengan perhitungan jarak, **GPS receiver** dapat melakukan perhitungan dan menentukan posisi user dan menampilkan dalam maps. Sebuah **GPS receiver** harus mengunci sinyal minimal tiga satelit untuk menghitung posisi 2D (*latitude dan longitude*) dari pergerakan user (*tracking*). Jika **GPS receiver** dapat menerima empat atau lebih satelit, maka hal itu dapat menghitung posisi 3D (*latitude, longitude dan altitude*). Jika sudah dapat menentukan posisi user, selanjutnya GPS dapat menghitung informasi lain, seperti kecepatan, arah yang dituju, jalur, tujuan perjalanan, jarak tujuan, matahari terbit dan matahari terbenam dan masih banyak lagi. akurat sangat menentukan akurasi perhitungan untuk menentukan informasi lokasi kita.



Gambar 2.3 Global Positioning System

2.9 Noise Barrier

Noise Barrier adalah struktur eksterior yang dirancang untuk meredam polusi suara (bising). Noise barrier dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu noise barrier alami dan buatan. Pemilihan jenis dan bahan barrier harus memperhatikan berbagai hal, diantaranya lokasi, ukuran kenyamanan, keselamatan, kekuatan dan lain-lain (Nugroho, 2005)

2.9.1 Noise Barrier Alami

Barrier alami biasanya berupa vegetasi. Vegetasi ini biasanya berbentuk seperti pagar atau rerimbunan, sehingga bunyi dapat direduksi dengan daun-daun yang ada di pohon. Pengurangan tingkat kebisingan oleh semak dan pohon sangat kecil sekali. Dengan tingkat pengurangan kebisingan yang sangat kecil sekali (daya insulasi rendah) maka pohon dan semak pada umumnya tidak ekonomis sebagai barrier. Terkadang ada efek samping absorbs pada pohon dan semak bila tanah disekitarnya diperkeras. Jika menggunakan pohon dan semak maka daun harus tumbuh merata dari atas pucuk pohon sampai tanah. Satu hal yang harus diingat bahwa gesekan dari daun dapat menimbulkan kebisingan tersendiri sampai 50 dB (Nugroho, 2005)

Pengurangan tingkat kebisingan dapat dihitung menggunakan rumus (Beranek, 1971):

$$\text{Atenuasi} = (0,18 \log f - 0,31) r$$

Dimana:

f = frekuensi (Hz)

r = jarak antara sumber bising dengan penghalang

Selain itu tanah juga dapat menyerap bunyi. Absorpsi yang dilakukan oleh tanah dapat diabaikan bila sumber bunyi sangat jauh. Sebaliknya bila sumber dekat dengan permukaan tanah, absorpsi oleh tanah dapat diperhitungkan seperti pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Pelemahan oleh Tanah Pada Ketinggian yang Berbeda dari Perambatan Gelombang Bunyi

Ketinggian rata-rata perambatan gelombang (m)	Pelemahan oleh Tanah (dB)
6	1
4,5	2
3	3
1,5	4
0,7	5

Sumber : Wilson, Charles E, 1978

Untuk menentukan jenis tanaman yang akan dipilih dapat berdasarkan penilaian efektifitas pengurangan kebisingan oleh berbagai macam tanaman seperti pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Efektifitas pengurangan kebisingan oleh berbagai macam tanaman

Jenis tanaman	Volume kerimbunan daun (m3)	Jarak dari Sumber Bisings ke Tanaman (d) (m)	Ketinggian Pengukuran (m)	Rata-rata Reduksi kebisingan; IL (dBA)
Akasia (<i>Acacia mangium</i>)	114,39	18,20	1,20	2,5
	118,23	30,20	4,00	4,1
Bambu pringgodani (<i>Bambusa Sp</i>)	122,03	18,20	1,20	2,7
		24,60	4,00	4,4
Johar (<i>Casia siamea</i>)	366,08	7,0	1,20	1,1
		16,40	2,50	4,9
Likuan – Yu (<i>Vermentia obtusifolia</i>)	60,74	9,8	1,20	0,3
		17,0	3,60	3,2
Anak Nakal (<i>Durant repens</i>)	83,24	9,6	1,20	0,20
	2,464	8,20	1,20	2,3
Soka	1,680	9,80	1,20	0,8
Kekaretan	1,350	11,20	1,20	0,9
Sebe (<i>Heliconia Sp</i>)	1,105	4,60	1,20	0,9
Te h - tehan	1,792	3,2	1,20	3,4
Disisipkan :	11,10	6	1,20	2,1
a. T e h – tehan	13,88	6	1,20	2,7
b. <i>Heliconia sp</i>	2,75	9	1,20	3,8
	16,65	6	1,20	4,2
	33,3	9	1,20	5,0

Sumber : Pedoman Konstruksi dan Bangunan Departemen Pekerjaan Umum (Pd T-16-2005-B)

2.9.2 Noise Barrier Buatan

Barrier buatan biasanya berupa bahan yang rapat tak bercelah sehingga gelombang suara lebih banyak yang dipantulkan daripada diteruskan (ditransmisikan). Barrier buatan biasanya berupa tembok yang dapat terbuat dari bahan seperti: kayu (papan), pasangan bata, beton, batako, plywood (tripleks), aluminium sheet, asbestos, semen dan lain-lain. Selain dari bahan penyusunnya, kemampuan reduksi kebisingan oleh barrier buatan juga dipengaruhi oleh jarak antara sumber bunyi dengan barrier dan jarak barrier ke

penerima. Perhitungan reduksi oleh barrier buatan dapat dihitung dengan persamaan berikut (Richard, 1978):

$$N = \frac{2}{\lambda} (x + y + z)$$

$$x = \sqrt{R^2 + (Hb - Hs)^2}$$

$$y = \sqrt{D^2 + (Hb - Hp)^2}$$

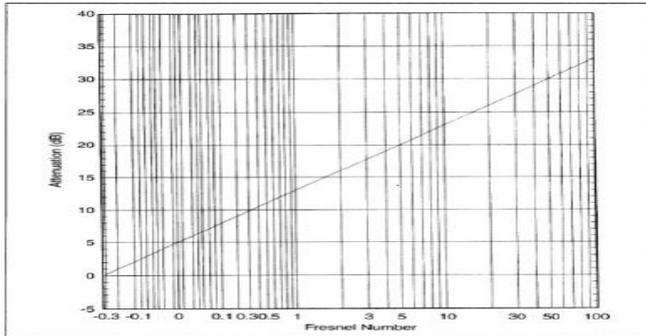
$$z = \sqrt{(R + D)^2 + (Hp - Hs)^2}$$

$$\lambda = c/f$$

Dimana:

- N= Bilangan Fresnel
- X= Jarak dari sumber bising ke BPB (m)
- Y= Jarak dari BPB ke penerima (m)
- Z= Jarak dari sumber bising ke penerima (m)
- R= Jarak sumber bising ke BPB di lapangan(m)
- D= Jarak penerima ke BPB di lapangan (m)
- Hb= Tinggi BPB (m)
- Hp= Tinggi penerima (m)
- Hs= Tinggi sumber bising (m)
- λ = Panjang gelombang (m)
- c= cepat rambat gelombang di udara c=340
- f= frekuensi (Hz) 1000 H

kemudian nilai bilangan fresnel yang didapat dari persamaan tersebut dimasukkan kedalam grafik maekawa pada gambar 2.4 untuk dapat mengetahui atenuasi kebisingan yang mampu direduksi oleh barrier tersebut.



Gambar 2.4 Grafik Maekawa

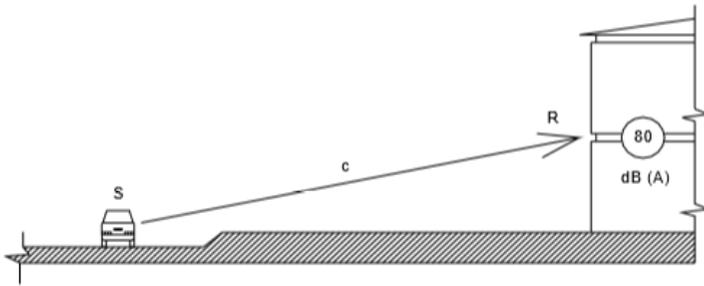
Selain itu, daya isolasi (transmission loss) bahan penyusun barrier juga dapat mempengaruhi kemampuan reduksi kebisingan dari barrier tersebut seperti pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Transmissio Loss of General Building Material

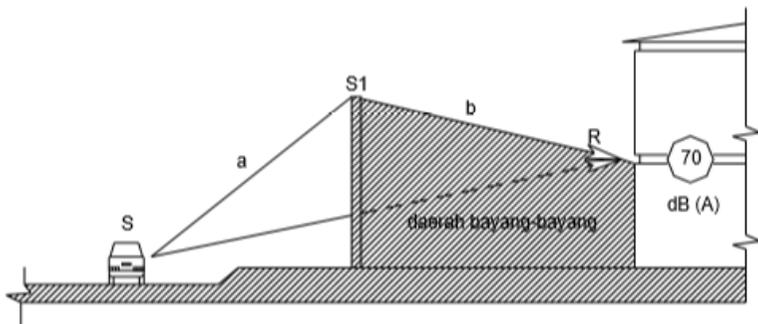
Bahan/ Material	Transmission Loss (dB)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1k Hz	2k Hz	4k Hz
Brick, 4 in	30	36	37	37	37	43
Cinder Block, 75/8 in, hollow	33	33	33	39	45	51
Concrete Block 6in, light, weight, painted	38	38	40	45	50	56
Curtains, lead vinyl, 1,5 lb/ft2	22	23	25	31	35	42
Door, hard wood, 2 5/8 in	26	33	40	43	53	60
Fiber tile, filled mineral 5/8 m	30	32	39	43	53	60
Glass plate, 0,5in	25	29	33	36	36	35
Glass laminated, 0,5in	23	31	38	40	44	52
Panel, perforated metal with mineral fiber insulator, 4in, thick	28	34	40	48	56	62
plywood 0,25in, 0,7 lb/ft2	17	15	20	24	28	27
plywood 0,75in, 2 lb/ft2	24	22	27	28	25	27
Steel 18 gange, 2 lb/ft2	15	19	27	32	35	48
Steel 16 gange, 2,5 lb/ft2	21	30	31	37	40	47
Sheet Metal laminated 2 lb/ft2, visiolastic core	15	25	28	32	39	42

Sumber: Wilson, Charles E, 1978

Prinsip kerja noise barrier adalah dengan memberikan efek pemantulan (insulasi), penyerapan (absorpsi), dan pembelokan (difraksi) terhadap jalur perambatan suara. Tingkat kebisingan yang sampai ke penerima adalah penggabungan antara tingkat suara sisa penyerapan dan hasil pembelokan.

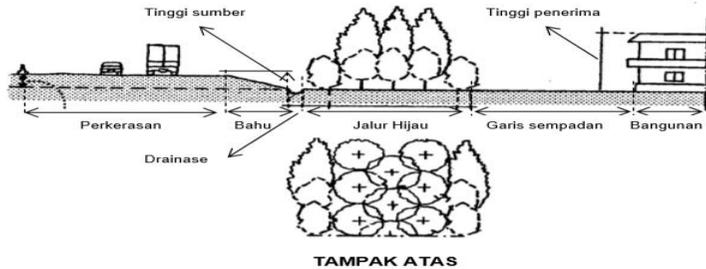


Gambar 2.5 Sketsa Arah Rambatan Kebisingan Tanpa Noise Barrier

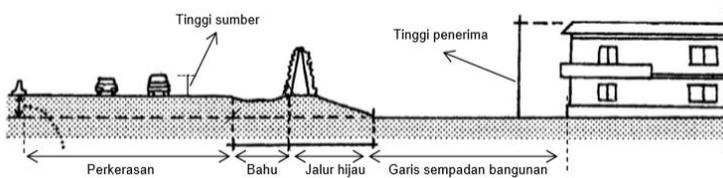


Gambar 2.6 Sketsa Arah Rambatan Kebisingan Dengan Noise Barrier

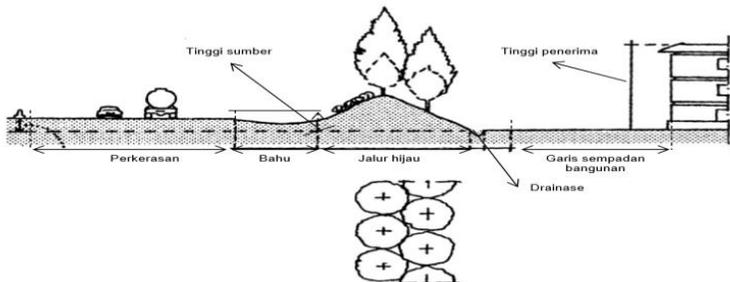
Beberapa skenario penggunaan noise barrier dapat dilihat seperti pada gambar 2.7 sampai 2.9. (Dept Pekerjaan Umum, 2005)



Gambar 2.7 Skenario dengan Barrier Alami



Gambar 2.8 Skenario dengan Barrier Buatan



Gambar 2.7 Skenario dengan Barrier Alami dan Timbunan Tanah

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III

GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI

3.1 Lokasi Geografis Wilayah Studi

Lokasi penelitian dilakukan di Jalan Dr. Ir. H. Soekarno atau Middle East Ring Road (MERR) Surabaya sepanjang ± 3 km dengan batas wilayah adalah berupa jalan, sebagai berikut:

- Utara : Jalan Mulyorejo
- Selatan : Jalan Arif Rahman Hakim
- Timur : ± 600 m ke arah timur MERR
- Barat : ± 600 m ke arah barat MERR

Pengguna jalan mayoritas adalah sepeda motor dan mobil dengan bahan bakar bensin dan mobil dengan bahan bakar solar maupun kendaraan kelas berat. Sepanjang wilayah studi ini diperuntukkan untuk berbagai kegiatan seperti kawasan pemukiman, perdagangan, perkantoran, hingga pendidikan.

3.2 Kondisi Fisik Wilayah Studi

3.2.1. Topografi

Lokasi pengambilan sampel ini memiliki kontur tanah yang relatif datar, jalan yang bermaterial aspal dengan kondisi aspal yang relatif baik. Jalan Dr. Ir. H. Soekarno adalah jalan 2 arah yang menghubungkan Jalan Kenjeran dan Jalan Rungkut Madya. Jalan ini termasuk jenis jalan arteri primer menurut Perda Kota Surabaya no 12 tahun 2014 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah.

3.2.2. Klimatologi

Menurut Surabaya dalam angka 2016, data klimatologi kota Surabaya yang diperoleh dari 3 stasiun meterologi dan geofisika yaitu Stasiun Perak I, Stasiun Perak II dan Stasiun Juanda curah hujan maksimum Kota Surabaya adalah 505 mm yang terjadi pada bulan Januari dan curah hujan minimum adalah 0 mm yang terjadi pada bulan September. Suhu Kota Surabaya berkisar antara 22,4 °C hingga 33,6 °C. Kecepatan angin rata-rata 23 knot dengan mayoritas berarah ke timur.

3.3 Karakteristik Pemanfaatan Lahan

Berdasarkan Perda Kota Surabaya No. 12 tahun 2014 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah, sektor yang dominan di Sukolilo adalah sektor permukiman, perdagangan dan jasa serta pendidikan.

- **Permukiman**
Mayoritas bangunan permukiman di sepanjang wilayah studi adalah bangunan perumahan yang dapat dikategorikan baik dan teratur. Posisi bangunan tepat berada di sisi jalan namun memiliki pagar yang cukup tinggi sehingga diperkirakan dapat menjadi peredam bising yang cukup baik untuk meredam kebisingan yang bersumber dari kendaraan yang melintas.
- **Fasilitas Pendidikan**
Terdapat 2 fasilitas pendidikan di sepanjang wilayah studi yaitu SMP Negeri 19 Sukolilo dan Perguruan Tinggi Universitas Airlangga kampus C. Posisi bangunan tepat berada di sisi jalan namun memiliki pagar yang dinilai tidak cukup baik untuk dapat menjadi peredam bising yang meredam kebisingan yang bersumber dari kendaraan yang melintas.
- **Perdagangan dan Jasa**
Terdapat beberapa titik perdagangan dan jasa di sepanjang wilayah studi ini seperti keberadaan kompleks ruko, perdagangan kuliner dan pusat perbelanjaan (Ruko Mega Galaxy dan Galaxy Mall) yang mengakibatkan tingginya aktivitas kendaraan yang melalui ruas jalan di wilayah studi ini.

3.4 Gambaran Transportasi Pada Wilayah Studi

Jalan Dr. Ir. H. Soekarno merupakan jalan arteri primer yaitu jalan arteri yang menghubungkan antar pusat kegiatan nasional atau antar pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah. Yang dimaksud jalan arteri adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna. Jalan Dr. Ir. H. Soekarno ini dilalui oleh rata-rata

10.000-12.000 kendaraan per jamnya. Kendaraan yang melalui jalan ini didominasi oleh mobil pribadi dan sepeda motor.

3.5 Kondisi Titik Pengambilan sampel Tingkat Kebisingan

Berikut akan dijelaskan mengenai letak dan kondisi titik pengambilan sampel tingkat kebisingan :

1. Titik 1
Lokasi : Perempatan Jl. Arif R. H – MERR
Koordinat : 7°17'21,6" LS ; 112°46'49,93" BT
2. Titik 2
Lokasi : Perempatan Jl. Arif R. H – MERR
Koordinat : 7°17'21,6" LS ; 112°46'50,72" BT
3. Titik 3
Lokasi : Depan SMP Negeri 19 Sukolilo
Koordinat : 7°17'18,5" LS ; 112°46'50,07" BT
4. Titik 4
Lokasi : Depan Kopertis wilayah VII
Koordinat : 7°17'18,5" LS ; 112°46'51,09" BT
5. Titik 5
Lokasi : Depan Komp. Ruko Mega Galaxy
Koordinat : 7°16'56" LS ; 112°46'50,64" BT
6. Titik 6
Lokasi : Depan Auto 2000 Toyota MERR
Koordinat : 7°16'56" LS ; 112°46'51,54" BT
7. Titik 7
Lokasi : Perempatan Jl. Kertajaya – MERR
Koordinat : 7°16'50,8" LS ; 112°46'50,71" BT
8. Titik 8
Lokasi : Perempatan Jl.Kertajaya – MERR
Koordinat : 7°16'50,8" LS ; 112°46'51,81" BT
9. Titik 9
Lokasi : Depan Galaxy Mall
Koordinat : 7°16'34,5" LS ; 112°46'52,19" BT
10. Titik 10
Lokasi : Pertigaan MERR – Jl.Dharmahusada Indah II
Koordinat : 7°16'34,5" LS ; 112°46'53,17" BT
11. Titik 11
Lokasi : Perempatan Jl. Dharmahusada Permai

- | | |
|--------------|--|
| | MERR |
| Koordinat | : 7°16'11,5" LS ; 112°46'55,44" BT |
| 12. Titik 12 | |
| Lokasi | : Perempatan Jl. Dharmahusada Permai
MERR |
| Koordinat | : 7°16'11,5" LS ; 112°46'55,4" BT |
| 13. Titik 13 | |
| Lokasi | : Depan FKM Univ Airlangga |
| Koordinat | : 7°15'57,4" LS ; 112°46'57,46" BT |
| 14. Titik 14 | |
| Lokasi | : Depan FKM Univ Airlangga |
| Koordinat | : 7°15'57,4" LS ; 112°46'58,78" BT |
| 15. Titik 15 | |
| Lokasi | : Perempatan Jl. Mulyorejo – MERR |
| Koordinat | : 7°15'48,9" LS ; 112°46'58,61" BT |
| 16. Titik 16 | |
| Lokasi | : Perempatan Jl. Mulyorejo – MERR |
| Koordinat | : 7°15'48,9" LS ; 112°46'59,34" BT |

Gambar lokasi pengambilan sampel selengkapnya dapat dilihat pada **LAMPIRAN B**

BAB IV METODE PENELITIAN

4.2 Kerangka Kerja

Dengan mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 48 tahun 1996 tentang baku tingkat kebisingan dan Peraturan Daerah Kota Surabaya No 12 tahun 2014 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya tahun 2014-2034 maka perlu diperhatikan mengenai kondisi kenyamanan lingkungan wilayah pemukiman terkait gangguan dari peningkatan intensitas kebisingan akibat aktivitas yang berlangsung di wilayah studi. Dengan ini dibutuhkan sebuah visualisasi yang dapat mendeskripsikan kondisi eksisting kebisingan dan pola persebaran kebisingan di wilayah studi serta dikorelasikan dengan tata guna lahan.

Penelitian kebisingan ini menggunakan teknik pengumpulan data secara primer yaitu dengan cara pengukuran pada 16 titik sampel utama dan 48 titik sampel kebisingan tambahan di sepanjang jalan *Middle East Ring Road* (MERR) antara perempatan MERR-Jalan Mulyorejo dan perempatan MERR-Jalan Arif Rahman Hakim. Pengambilan data primer penelitian menggunakan metode pengambilan sampel kebisingan menggunakan alat *Sound level meter* (SLM) untuk mengukur kebisingannya, stopwatch sebagai pencatat waktu, dan *Global Positioning System* (GPS) sebagai penentu titik koordinat lokasi pengambilan sampel. Selain itu juga dicari data kepadatan rata-rata kendaraan yang melalui jalan MERR, dan peta Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya.

Secara umum tahapan penelitian dapat dijelaskan dengan diagram alir berikut:



Gambar 4.1 Diagram Alir Kerangka Kerja

2.9.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan diawal hingga tahap analisis data. Studi literatur diawal berfungsi untuk memunculkan ide atau topik yang akan dibahas, sedangkan studi literatur selanjutnya berfungsi untuk menemukan landasan teori yang digunakan sebagai acuan untuk melaksanakan dan membahas topik yang telah didapatkan. Literatur yang didapat berasal dari buku, jurnal dan peraturan yang relevan mengenai kebisingan.

2.9.2 Ide Studi

Ide didapatkan dari literatur berupa penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Namun dalam penelitian ini, lokasi yang dibahas adalah MERR karena kawasan ini memiliki berbagai jenis hal dalam pemanfaatan tata guna lahan, mulai dari perdagangan, pemukiman, dan pendidikan.

2.9.3 Identifikasi Masalah

Dari ide studi yang telah didapat kemudian dikembangkan dan diidentifikasi kembali masalah yang akan dibahas sehingga akan dapat memperjelas arah dan langkah dari penelitian yang akan dilaksanakan.

*

2.9.4 Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan untuk menentukan lokasi titik pengambilan sampel dan mengetahui kondisi lingkungan kawasan studi secara holistik. Berikut adalah lokasi titik pengambilan sampel yang diambil berdasarkan titik-titik teramai yang dapat memungkinkan sering terjadinya kemacetan ataupun penumpukan jumlah kendaraan serta mewakili fungsi dari tiap peruntukan kawasan studi:

- Perempatan MERR - Jalan Arif Rahman Hakim
- Depan SMPN 19 Sukolilo
- Perempatan MERR - Jalan Kertajaya
- Depan Ruko Mega Galaxy
- Depan Galaxy Mall

- Perempatan MERR - kampus C Universitas Airlangga
- Depan Universitas Airlangga kampus C
- Perempatan MERR - Jalan Mulyorejo

Jumlah titik pengambilan sampel,

- Titik utama pengambilan sampel :
16 titik (masing masing 8 di sisi kanan dan sisi kiri jalan)
- Titik tambahan :
48 titik (200 meter, 400 meter dan 600 meter kearah menjauhi jalan raya/titik pengambilan sampel utama)

2.9.5 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang diambil yaitu data kebisingan yang diukur langsung di lokasi titik pengambilan sampel yang telah ditentukan dan data kepadatan rata-rata kendaraan yang melalui jalan MERR, dan data sekunder yang dibutuhkan adalah peta Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya. Pengukuran data primer dilakukan dengan standar metode sesuai dengan KEPMEN LH no 48 tahun 1996 tentang baku tingkat kebisingan.

Dalam pelaksanaan pengumpulan data ini dilakukan tahap-tahap sebagai berikut:

- **Rekrutmen Asisten**

Pengambilan data dalam penelitian ini membutuhkan 8 orang asisten, mengingat banyaknya dan terbatasnya waktu pengambilan data kebisingan. Sebelumnya akan dilakukan pelatihan dan pengarahan kepada seluruh asisten terkait hal teknis yang harus dilakukan dan perlu diperhatikan dalam pengambilan data.

- **Persiapan Alat**

Dalam pengambilan sampel data primer kebisingan, peralatan yang dibutuhkan antara lain:

- *Sound level meter*
Sound level meter adalah alat untuk mengukur level kebisingan. *Sound level meter* yang digunakan adalah dengan aplikasi *sound meter version 1.6.10* dari perusahaan pengembang *smart tools co* yang dapat diunduh di google playstore yang telah dikalibrasi terlebih dahulu dengan *Sound level meter* yang disediakan di Laboratorium Pencemaran Udara dan Perubahan Iklim, Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS
- Global Position System (GPS)
 GPS digunakan untuk menentukan letak koordinat titik pengambilan sampel agar dapat di input ke dalam program Surfer. GPS yang digunakan adalah aplikasi *Altimeter GPS version 5.45* dari perusahaan pengembang *Andrea Piani* yang dapat diunduh di google playstore.
- Lembar Data Kebisingan
 Lembar data kebisingan adalah lembar yang akan diisi data kebisingan setiap 5 detik selama 10 menit yang dicatat oleh surveyor.

- **Pengambilan Data Primer**

Frekuensi pengambilan data kebisingan untuk titik sampel utama dan tambahan masing-masing akan dilakukan selama 7 hari dalam 2 minggu yaitu Senin, Rabu, Jumat, Minggu pada minggu I dan Selasa, Kamis, Sabtu pada minggu II.

Pengukuran yang dilakukan mengikuti Standar metode pengukuran kebisingan disesuaikan dengan lampiran Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI no. 48 tahun 1996 tentang baku tingkat kebisingan. Pengukuran kebisingannya dilakukan dengan cara sederhana dengan sebuah *sound level meter* biasa diukur tingkat tekanan bunyi dB (A) selama 10 (sepuluh) menit untuk tiap pengukuran. Pembacaan dilakukan setiap 5 (lima) detik. Periode Waktu pengukuran dilakukan selama aktifitas 24 jam (LSM) dengan cara pada siang hari tingkat aktifitas yang paling tinggi selama 16 jam (LS) pada selang

waktu 06.00 – 22.00 dan aktifitas malam hari selama 8 jam (LM) pada selang 22.00 – 06.00. Setiap pengukuran harus dapat mewakili selang waktu tertentu dengan menetapkan paling sedikit 4 waktu pengukuran pada siang hari dan pada malam hari paling sedikit 3 waktu pengukuran. Berikut adalah interval pengambilan data primer kebisingan:

- L1 diambil pada interval pukul 06.00 – 10.00
- L2 diambil pada interval pukul 10.00 – 14.00
- L3 diambil pada interval pukul 14.00 – 18.00
- L4 diambil pada interval pukul 18.00 – 22.00
- L5 diambil pada interval pukul 22.00 – 24.00
- L6 diambil pada interval pukul 24.00 – 03.00
- L7 diambil pada interval pukul 03.00 – 06.00

Keterangan :

- L_{eq} = Equivalent Continuous Noise Level atau Tingkat Kebisingan Sinambung Setara ialah nilai tingkat kebisingan dari kebisingan yang berubah ubah (fluktuatif) selama waktu tertentu, yang setara dengan tingkat kebisingan dari kebisingan ajeg (steady) pada selang waktu yang sama. Satuannya adalah dB (A).
- L_{TM5} = L_{eq} dengan waktu pengambilan sampel tiap 5 detik
- L_S = L_{eq} selama siang hari
- L_M = L_{eq} selama malam hari
- L_{SM} = L_{eq} selama siang dan malam hari

Dengan teknik pengambilan sampel selama 10 menit dan pencatatan setiap 5 detik sekali untuk setiap titik, maka akan didapatkan 120 data fluktuasi kebisingan yang didapat setiap sesi waktu pengukuran. Kemudian akan dibandingkan kondisi tingkat kebisingan untuk setiap titik sesuai dengan fungsi guna lahan masing-masing.

Selain itu juga akan dilakukan *traffic counting* terhadap di periode waktu dimana data kebisingan terendah dan tertinggi terjadi. Dari perhitungan yang

dilakukan akan didapatkan jumlah rata-rata kendaraan yang melintas pada wilayah tersebut.

- **Pengumpulan Data Sekunder**

Data sekunder yang dibutuhkan untuk mendukung pelaksanaan penelitian antara lain peta Jalan Dr. Ir. H. Soekarno (MERR) yang didapat dari *google earth*, Dokumen Kota Surabaya dalam angka 2016, Dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya menurut PERDA no 12 tahun 2014 dan Dokumen Pedoman Konstruksi dan Bangunan Departemen Pekerjaan Umum mengenai Mitigasi dampak kebisingan akibat lalu lintas jalan.

- **Identifikasi Pemanfaatan Lahan**

Untuk mendapatkan tata guna lahan pada wilayah studi perlu dilakukan identifikasi secara langsung dengan turun ke lapangan untuk mengetahui pemanfaatan lahan pada wilayah studi selain data yang didapat dari dokumen PerDa Kota Surabaya no 12 Tahun 2014.

2.9.6 Analisis Data dan Pembahasan

- **Perhitungan Level Kebisingan Ekuivalen (L_{eq})**

Data primer dan sekunder yang didapat kemudian diolah dan dihitung. Data Primer kebisingan yang didapat harus diolah terlebih dahulu untuk dapat dipergunakan. Pengolahan data primer dilakukan untuk mendapatkan nilai L_{eq} Siang Malam (L_{SM}) di wilayah studi sehingga nantinya dapat dibuat peta kebisingan wilayah studi. Langkah-langkah yang harus dilakukan untuk mendapatkan L_{SM} adalah sebagai berikut:

Data yang telah didapatkan di tiap titik pengambilan sampel pada masing-masing interval waktu pengambilan terdapat 120 data. Data tersebut akan dihitung dan dihasilkan 1 data yang mewakili kebisingan satu titik pengambilan sampel pada masing-masing interval yang disebut L_{TM5} dengan menggunakan rumus:

$$L_{TM5} = 10 \log [1/T \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i} t_i]$$

Dimana :

T = 600 (lamanya waktu pengambilan sampel yaitu 10 menit/ 600 s)

Li = Level kebisingan hasil pembacaan

ti = 5 (interval pembacaan yaitu setiap 5 detik)

Perhitungan L_{TM5} dilakukan pada seluruh data untuk masing-masing interval tiap titik yang kemudian dianggap mewakili menjadi nilai kebisingan L_1 sampai dengan L_7 untuk tiap titik pengambilan sampel. Kemudian selanjutnya dengan perhitungan level kebisingan siang (L_S) dan malam (L_M) untuk mendapatkan Level Kebisingan Siang Malam (L_{SM}). Perhitungan menggunakan rumus:

$$L_s = 10 \log [1/T \sum_{i=1}^4 10^{0,1L_i} t_i]$$

Dimana :

T = 16 (lamanya waktu pengambilan sampel yaitu 16 jam)

Li = Level kebisingan hasil perhitungan L_1, L_2, L_3, L_4

ti = 4 (interval pengambilan pengambilan sampel yaitu setiap 4 jam)

$$L_m = 10 \log [1/T \sum_{i=1}^3 10^{0,1L_i} t_i]$$

Dimana :

T = 8 (lamanya waktu pengambilan sampel yaitu 8 jam)

Li = Level kebisingan hasil perhitungan L_5, L_6, L_7

ti = interval pengambilan pengambilan sampel, L_5, L_6 $t_i=3$ dan L_7 $t_i=2$)

setelah didapatkan level kebisingan untuk siang dan malam, maka dapat dihitung level kebisingan siang malam (L_{SM}):

$$L_{sm} = 10 \log \left[\frac{1}{24} (10^{0,1L_s} \cdot 16 + 10^{0,1L_m+5} \cdot 8) \right]$$

Perhitungan L_{SM} dilakukan pada seluruh data untuk masing-masing hari. Nilai L_{SM} yang dihitung dibandingkan dengan nilai baku tingkat kebisingan yang ditetapkan dengan toleransi + 3 dB (A)

- **Visualisasi Kondisi Tingkat Kebisingan**

Dari data yang telah didapat di 16 titik sampel utama kemudian dihitung data untuk 48 titik sampel tambahan. kemudian dapat diterangkan kondisi kebisingan dengan memetakan kebisingan menggunakan visualisasi berupa peta kontur kebisingan. Pada penelitian ini digunakan aplikasi surfer untuk memetakan kontur kebisingannya. Cara memetakan dengan menggunakan aplikasi Surfer akan dijelaskan pada subbab berikutnya. Kemudian tingkat persebaran kebisingan di titik-titik sampel tambahan juga akan dievaluasi dengan mengukur kebisingan di beberapa titik tambahan secara langsung. Titik tambahan ini diberi jarak 200 meter 400 meter dan 600 meter dari titik pengambilan sampel utama dengan arah menjauhi jalan raya. Data reduksi kebisingan karena jarak dapat dihitung dengan rumus:

$$LP_2 = LP_1 - 10 \log (r_2 / r_1)$$

Dimana:

LP_1 = Tingkat kebisingan pada jarak r_1 (dBA)

LP_2 = Tingkat kebisingan pada jarak r_2 (dBA)

r_1 = Jarak titik 1 dari sumber kebisingan

r_2 = Jarak titik 2 dari sumber kebisingan

Setelah dihitung seluruh titik, kemudian diplotkan ke aplikasi Surfer untuk visualisasi pemetaan kebisingannya sehingga mendapatkan kontur kebisingan pada kawasan studi dan juga dapat dibuat berbagai grafik yang dapat menjadi membandingkan berbagai kondisi yang dapat dibahas terkait data kebisingan yang telah dihitung. Data kebisingan yang didapat juga dihitung reduksinya dengan perhitungan peletakan bangunan peredam bising (BPB) untuk mereduksi kebisingan dengan perhitungan atenuasi agar penempatan BPB dapat lebih presisi. Perhitungan peletakan BPB akan mencakup tinggi efektif BPB, jarak sumber bising ke BPB, jarak penerima ke BPB, dan panjang gelombangnya seperti rumus berikut:

$$N = \frac{2}{\lambda} + (x + y + z)$$

$$x = \sqrt{R^2 + (H_b - H_s)^2}$$

$$y = \sqrt{D^2 + (H_b - H_p)^2}$$

$$z = \sqrt{(R + D)^2 + (H_p - H_s)^2}$$

$$\lambda = c/f$$

Dimana:

- N= Bilangan Fresnel
- X= Jarak dari sumber bising ke BPB (m)
- Y= Jarak dari BPB ke penerima (m)
- Z= Jarak dari sumber bising ke penerima (m)
- R= Jarak sumber bising ke BPB di lapangan(m)
- D= Jarak penerima ke BPB di lapangan (m)
- H_b= Tinggi BPB (m)
- H_p= Tinggi penerima (m)
- H_s= Tinggi sumber bising (m)
- λ= Panjang gelombang (m)
- c= cepat rambat gelombang di udara c=340
- f= frekuensi (Hz) 1000 Hz

• **Komparasi Kondisi Tingkat Kebisingan**

Dalam pembahasan penelitian ini akan dibandingkan kondisi tingkat kebisingan dengan 2 metode yaitu membandingkan kondisi tingkat kebisingan untuk setiap fungsi tata guna lahan yang berada pada kawasan penelitian dan membandingkan kondisi tingkat kebisingan terhadap keberadaan aktivitas di kawasan penelitian.

Membandingkan kondisi kebisingan untuk setiap fungsi tata guna lahan yang dimaksudkan adalah misalnya membandingkan tingkat kebisingan kawasan perumahan dengan kawasan pendidikan. Data primer yang fluktuatif

disetiap interval waktu pengambilan setiap harinya akan membentuk tren tersendiri yang kemudian dapat dibandingkan dengan kebisingan di masing masing peruntukan kawasan.

Membandingakn kondisi tingkat kebisingan terhadap keberadaan aktivitas MERR adalah dengan membandingkan kondisi kebisingan MERR disaat terdapat dan tidak terdapatnya aktivitas. Kebisingan siang hari digunakan sebagai kondisi dengan adanya aktivitas dan kebisingan malam hari digunakan sebagai kondisi dengan tidak adanya aktivitas MERR. Hasil ini dapat menjadi analogi proyeksi kebelakang dengan kondisi sebelum dan sesudah beroperasinya MERR.

2.9.7 Kesimpulan

Penarikan kesimpulan dilakukan berdasarkan hasil observasi, pengumpulan, analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan. Dari data yang telah divisualisasikan menjadi peta kontur kebisingan.

2.9.8 Penyusunan Laporan Tugas Akhir

Penyusunan laporan Tugas akhir adalah tahap terakhir dari pelaksanaan penelitian.

BAB V ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Data Tingkat Kebisingan

5.1.1 Perhitungan Level Kebisingan

Dari pengukuran tingkat kebisingan yang telah dilakukan, diambil data setiap harinya selama seminggu (senin-minggu) untuk seluruh titik utama pengambilan sampel yang berjumlah 16 titik dimana masing-masing titik diukur per harinya ke dalam 7 interval waktu yaitu:

- L₁ diambil pada interval pukul 06.00 – 10.00
- L₂ diambil pada interval pukul 10.00 – 14.00
- L₃ diambil pada interval pukul 14.00 – 18.00
- L₄ diambil pada interval pukul 18.00 – 22.00
- L₅ diambil pada interval pukul 22.00 – 24.00
- L₆ diambil pada interval pukul 24.00 – 03.00
- L₇ diambil pada interval pukul 03.00 – 06.00

Dimana L₁, L₂, L₃, L₄ untuk mewakili level kebisingan siang hari (L_S) dan L₅, L₆, L₇ untuk mewakili level kebisingan malam (L_M). Data setiap interval waktu diambil dan dicatat setiap 5 detik selama 10 menit sehingga setiap interval waktu terdapat 120 data seperti tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan (contoh: Titik Perempatan Jl. A.R. Hakim-MERR pada Hari Senin interval 06.00-09.00/L₁)

menit ke-	Kebisingan (dB) pada 5 detik ke-											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	85	85	82	83	88	82	85	82	84	86	82	83
2	83	83	82	84	78	82	83	83	85	83	83	85
3	82	82	82	88	86	83	83	83	86	79	84	83
4	80	80	83	85	85	84	82	86	83	86	88	82
5	82	82	84	85	85	88	80	83	82	82	86	80
6	82	82	82	83	83	85	79	92	80	80	87	82
7	83	85	81	82	86	86	86	82	84	82	79	80

Lanjutan tabel 5.1

menit ke-	Kebisingan (dB) pada 5 detik ke-											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	84	83	80	83	82	82	83	82	88	82	82	80
9	83	83	80	81	83	85	92	82	85	82	83	79
10	88	82	82	84	84	83	86	83	90	80	80	88

Data selengkapnya untuk hasil pengukuran tingkat kebisingan secara keseluruhan pada seluruh titik pada masing-masing interval waktu dapat dilihat pada **LAMPIRAN A**. Setelah dilakukan tabulasi pada seluruh titik pada masing-masing interval, kemudian dihitung level kebisingan ekivalen pada tiap interval tersebut. Untuk itu, digunakan rumus:

$$L_{TM5} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i} t_i \right]$$

Dimana :

T = 600 (lamanya waktu pengambilan sampel yaitu 10 menit/ 600 s)

L_i = Level kebisingan hasil pembacaan

t_i = 5 (interval pembacaan yaitu setiap 5 detik)

L_{TM5} adalah L_{eq} yang untuk tiap interval waktu yaitu L₁ sampai dengan L₇. Sebagai contoh, dari tabel 5.1 tersebut dilakukan perhitungan untuk seluruh data seperti berikut ini :

$$L_{TM5} = 10 \log \left[\frac{1}{600} \left((10^{0,1 \times 85} \times 5) + (10^{0,1 \times 85} \times 5) + \dots + (10^{0,1 \times 80} \times 5) \right) \right]$$

$$L_{TM5}/L1 = 84,2 \text{ dB(A)}$$

Dari seluruh perhitungan secara keseluruhan yang dilakukan didapatkan nilai-nilai L_{eq} untuk tiap-tiap interval, sebagai contoh dapat dilihat pada tabel 5.2.

Tabel 5.2 Leq tiap interval pada hari senin (contoh: Titik Perempatan Jl. A.R. Hakim-MERR)

Lokasi	Senin						
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
ARH (1)	84.2	82.3	82.0	83.0	61.3	56.3	60.4

Data selengkapnya untuk tabulasi hasil perhitungan tingkat kebisingan selama sepuluh menit di masing-masing titik secara keseluruhan dapat dilihat pada **LAMPIRAN A**. Setelah didapatkan 1 data yang mewakili setiap interval waktu, maka dilanjutkan untuk perhitungan level kebisingan siang hari (L_s) dan level kebisingan malam (L_m) dengan menggunakan rumus:

$$L_s = 10 \log \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^4 10^{0,1L_i} t_i \right]$$

Dimana :

T = 16 (lamanya waktu pengambilan sampel yaitu 16 jam)

L_i = Level kebisingan hasil perhitungan L_1, L_2, L_3, L_4)

t_i = 4 (interval pengambilan pengambilan sampel yaitu setiap 4 jam)

$$L_m = 10 \log \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^3 10^{0,1L_i} t_i \right]$$

Dimana :

T = 8 (lamanya waktu pengambilan sampel yaitu 8 jam)

L_i = Level kebisingan hasil perhitungan L_5, L_6, L_7)

t_i = interval pengambilan pengambilan sampel, L_5, L_6 $t_i=3$ dan L_7 $t_i=2$)

setelah didapatkan level kebisingan untuk siang dan malam, maka dapat dihitung level kebisingan siang malam (L_{SM}):

$$L_{sm} = 10 \log \left[\frac{1}{24} (10^{0,1L_s} \cdot 16 + 10^{0,1L_m} \cdot 8) \right]$$

Perhitungan L_{SM} dilakukan pada seluruh data untuk masing-masing hari. Sebagai contoh perhitungan L_s , L_m , dan L_{SM} untuk data kebisingan yang ada pada tabel 5.2

$$L_s = 10 \log \left[\frac{1}{16} \left((10^{0.1 \times 84.2} x 4) + (10^{0.1 \times 82.3} x 4) + (10^{0.1 \times 82} x 4) + (10^{0.1 \times 83} x 4) \right) \right]$$

Ls = 83,0 dB(A)

$$L_m = 10 \log \left[\frac{1}{8} \left((10^{0.1 \times 61.3} x 3) + (10^{0.1 \times 56.3} x 3) + (10^{0.1 \times 60.4} x 2) \right) \right]$$

Lm = 59,6 dB(A)

$$L_{sm} = 10 \log \left[\frac{1}{24} (10^{0.1 \times 83} \cdot 16 + 10^{0.1 \times 59.6+5} \cdot 8) \right]$$

Lsm = 81,9 dB(A)

Perhitungan L_s , L_m , dan L_{sm} dilakukan pada keseluruhan titik pengambilan sampel untuk semua hari. Hasil perhitungan untuk hari senin dapat dilihat pada tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil Perhitungan L_s , L_m , dan L_{sm} masing-masing titik (contoh perhitungan pada hari senin)

Lokasi	Senin		
	LS	LM	LSM
ARH (1)	83.0	59.6	81.9
ARH (2)	84.4	60.1	83.2
SMP 19 (1)	84.7	60.0	83.5
SMP 19 (2)	84.6	59.8	83.4
Ruko (1)	84.7	60.0	83.5
Ruko (2)	84.3	60.0	83.1
Kertajaya (1)	84.5	59.8	83.3
Kertajaya (2)	84.5	60.2	83.3
Galaxy Mall (1)	84.6	60.1	83.4
Galaxy Mall (2)	84.4	59.9	83.2

Lanjutan Tabel 5.3

Lokasi	Senin		
	LS	LM	LSM
UA (1)	84.3	59.9	83.1
UA (2)	84.1	59.9	82.9
FKM (1)	84.7	59.8	83.4
FKM (2)	84.6	60.0	83.4
Mulyorejo (1)	84.7	59.6	83.4
Mulyorejo (2)	84.1	59.9	82.9

Data selengkapnya untuk Hasil Perhitungan L_S , L_M , dan L_{SM} secara keseluruhan dapat dilihat di **LAMPIRAN A**. Data L_{SM} tiap harinya pada satu titik berfluktuasi sehingga dapat dilihat nilai maksimum, minimum dan rata-rata kebisingan yang terjadi di titik tersebut. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.4.

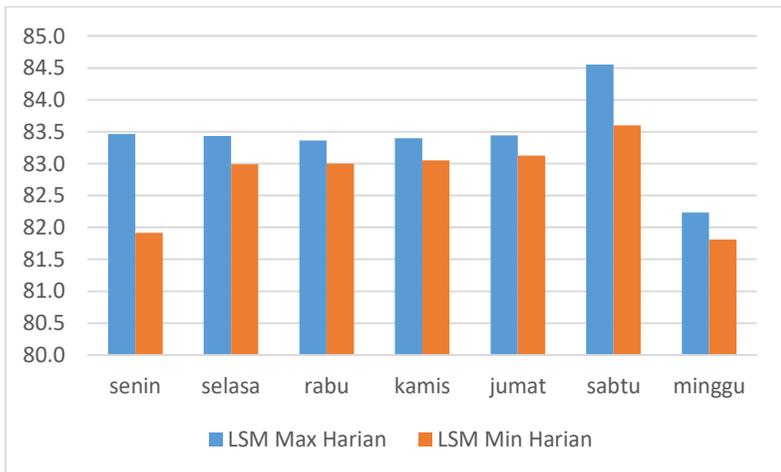
Tabel 5.4 Rekapitulasi LSM selama 1 Minggu

No	Lokasi	senin	selasa	rabu	kamis	jumat	sabtu	minggu
1	ARH (1)	81.9	83.0	83.1	83.2	83.3	83.6	82.1
2	ARH (2)	83.2	83.1	83.3	83.3	83.4	84.3	82.0
3	SMP 19 (1)	83.5	83.4	83.1	83.2	83.2	84.5	81.9
4	SMP 19 (2)	83.4	83.3	83.3	83.3	83.2	84.2	82.0
5	Ruko (1)	83.5	83.3	83.2	83.4	83.4	84.3	81.9
6	Ruko (2)	83.1	83.4	83.3	83.3	83.1	84.5	82.2
7	Kertajaya (1)	83.3	83.2	83.0	83.2	83.3	84.5	82.0
8	Kertajaya (2)	83.3	83.0	83.2	83.2	83.4	84.2	82.1
9	Galaxy Mall (1)	83.4	83.4	83.3	83.2	83.3	84.3	82.0
10	Galaxy Mall (2)	83.2	83.3	83.2	83.3	83.4	84.6	82.0

Lanjutan tabel 5.4

No	Lokasi	senin	selasa	rabu	kamis	jumat	sabtu	minggu
11	UA (1)	83.1	83.4	83.3	83.4	83.2	84.3	82.0
12	UA (2)	82.9	83.1	83.4	83.1	83.2	84.3	82.1
13	FKM (1)	83.4	83.3	83.3	83.3	83.2	84.4	82.1
14	FKM (2)	83.4	83.2	83.2	83.1	83.2	84.3	82.2
15	Mulyorejo (1)	83.4	83.4	83.3	83.3	83.2	84.2	82.1
16	Mulyorejo (2)	82.9	83.2	83.2	83.3	83.4	84.1	81.8
	LSM Max Harian	83.5	83.4	83.4	83.4	83.4	84.6	82.2
	LSM Min Harian	81.9	83.0	83.0	83.1	83.1	83.6	81.8
	LSM Ave Harian	83.2	83.2	83.2	83.2	83.3	84.3	82.0

Kemudian kebisingan Lsm Maksimum harian dan Lsm minimum harian dalam kurun waktu 1 minggu dapat dimasukkan ke dalam grafik pada gambar 5.1



Gambar 5.1 Grafik Komparasi Lsm Maksimum Harian dengan Lsm Minimum Harian dalam satu minggu

Dari data Lsm maksimum harian dan Lsm minimum harian kemudian dilakukan traffic counting terhadap dua kondisi tersebut. Kemudian didapatkan rata-rata jumlah kendaraan yang melintasi MERR adalah dengan menghitung rata-rata kendaraan saat kondisi kebisingan Lsm Maksimum harian dan Lsm minimum harian seperti pada tabel 5.5.

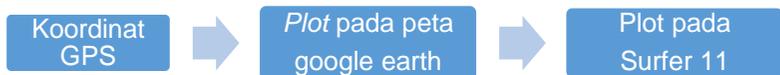
Tabel 5.5 Hasil Perhitungan Jumlah Kendaraan Rata-rata

Kebisingan saat	Nilai Lsm (dBA)	Kendaraan per jam	
		Mobil	Motor
Lsm Maksimum	84.6	384	408
Lsm Minimum	81.8	352	396
Rata-rata		368	402

5.2 Pembuatan Peta Tingkat Kebisingan

5.2.1 *Plotting* Titik Pengambilan sampel

Pembuatan peta tingkat kebisingan untuk penelitian kali ini menggunakan aplikasi *surfer*. Pembuatan peta tingkat kebisingan dilakukan dalam beberapa tahap. Tahap pertama adalah *plotting* lokasi titik pengambilan sampel yang telah diukur langsung pada lapangan dengan menggunakan GPS. *Plotting* menggunakan bantuan aplikasi *google earth*. Setelah diplot ke peta *google earth*, peta diplotkan ke peta tata guna lahan sesuai dengan data eksisting di wilayah studi yang nantinya akan digunakan sebagai peta dasar untuk pemetaan tingkat kebisingan. Proses *plotting* dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 5.2 Proses *Plotting* Peta

Hasil koordinat GPS titik pengambilan sampel utama dengan koordinat DMS (*Degree, Minute, Second*) yang didapat pada saat pengambilan sampel data primer adalah seperti pada tabel 5.6.

Tabel 5.6 Koordinat DMS titik pengambilan sampel utama

Lokasi	Titik	Latitude (S)			Longitude (E)		
ARH	1	7°	17'	21.6"	112°	46'	49.93"
	2	7°	17'	21.6"	112°	46'	50.72"
SMP 19	1	7°	17'	18.5"	112°	46'	50.07"
	2	7°	17'	18.5"	112°	46'	51.09"
Hartono	1	7°	16'	56"	112°	46'	50.64"
	2	7°	16'	56"	112°	46'	51.54"
Kertajaya	1	7°	16'	50.8"	112°	46'	50.71"
	2	7°	16'	50.8"	112°	46'	51.81"
GM	1	7°	16'	34.5"	112°	46'	52.19"
	2	7°	16'	34.5"	112°	46'	53.17"
UA	1	7°	16'	11.5"	112°	46'	55.44"
	2	7°	16'	11.5"	112°	46'	56.4"
FKM	1	7°	15'	57.4"	112°	46'	57.46"
	2	7°	15'	57.4"	112°	46'	58.78"
Mulyorejo	1	7°	15'	48.9"	112°	46'	58.61"
	2	7°	15'	48.9"	112°	46'	59.34"

Kemudian untuk memudahkan plotting peta ke *aplikasi* surfer maka data koordinat DMS tersebut dikonversi menjadi koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*). Maka dihasilkan data seperti pada tabel 5.7.

Tabel 5.7 Koordinat UTM Titik Pengambilan sampel Utama

Lokasi	Titik	East	North
ARH	1	696567	9193862
	2	696585	9193862
SMP 19	1	696585	9194030
	2	696602	9194029
Hartono	1	696603	9194433
	2	696619	9194431
Kertajaya	1	696619	9194848
	2	696718	9194856
GM	1	696663	9195413
	2	696698	9195406
UA	1	696745	9196017
	2	696762	9196011
FKM	1	696797	9196314
	2	696831	9196312
Mulyorejo	1	696853	9196751
	2	696870	9196754

Kemudian dengan menggunakan *aplikasi google earth*, juga diplotting titik tambahan sejauh 200 meter, 400 meter, dan 600 meter ke arah luar menjauhi titik pengambilan sampel utama. Titik tambahan ini berfungsi untuk mendapatkan garis kontur sebaran kebisingan pada saat nantinya dimasukkan kedalam *aplikasi surfer*.

Hasil plotting koordinat titik utama dapat dilihat pada gambar 5.3 dan plotting titik utama beserta titik tambahan ke peta dasar dapat dilihat pada gambar 5.4.



Gambar 5.3 lokasi titik pengambilan sampel utama



Gambar 5.4 Lokasi titik pengambilan sampel utama dan titik tambahan

5.2.2 Evaluasi Kondisi Kebisingan dikaitkan dengan Tata Guna Lahan

Guna mendapatkan peta kontur kebisingan, perlu dilakukan perhitungan kebisingan di titik-titik tambahan yang kemudian data tersebut akan diinput ke dalam aplikasi *surfer*. Dari data kebisingan di titik utama pengambilan sampel, kemudian diolah dengan menggunakan rumus:

$$LP_2 = LP_1 - 10 \log (r_2 / r_1)$$

Dimana:

LP_1 = Tingkat kebisingan pada titik pengambilan sampel utama (dBA)

LP_2 = Tingkat kebisingan pada jarak r_2 (dBA)

r_1 = Jarak titik pengambilan sampel dari sumber kebisingan = 2 meter

r_2 = Jarak titik 2 dari sumber kebisingan (contoh : 200m + r_1)

Pada penelitian ini, penentuan titik tambahan yang digunakan adalah sejauh 200 meter, 400 meter dan 600 meter dari titik utama ke arah menjauhi jalan. Letak titik tambahan dapat dilihat lengkap pada gambar 5.4 diatas.

Penambahan titik ini dilakukan juga untuk memperkirakan reduksi tingkat kebisingan yang terjadi karena pertambahan jarak dan nantinya juga akan dihitung reduksi tingkat kebisingan dengan adanya peredam bising. Sebagai contoh perhitungan, data pada tabel 5.3, yaitu tingkat kebisingan untuk titik 1 adalah sebesar 83,6 dB(A), maka tingkat kebisingan pada titik tambahan yang letaknya sejauh 200 meter dari sumber bising dapat dihitung reduksi kebisingannya seperti berikut :

$$LP_2 = 83,6 - 10 \log (202 / 2)$$

$$LP_2 = 63,56 \text{ dB(A)}$$

Dengan cara yang sama, dilakukan perhitungan pada titik yang lain dengan variasi jarak 200 meter, 400 meter dan 600 meter. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.8.

Tabel 5.8 Hasil Perhitungan Reduksi Tingkat Kebisingan Karena Pertambahan Jarak Pada Titik Tambahan

No	Lokasi	Reduksi Tingkat Kebisingan Karena Jarak			
		LSM Max	200m	400m	600m
1	ARH (1)	83.60	63.56	59.85	58.10
2	ARH (2)	84.27	64.23	60.19	58.44
3	SMP 19 (1)	84.53	64.49	60.22	58.47
4	SMP 19 (2)	84.18	64.14	60.20	58.45
5	Ruko (1)	84.25	64.21	60.23	58.48
6	Ruko (2)	84.45	64.41	60.24	58.49
7	Kertajaya (1)	84.45	64.41	60.17	58.42
8	Kertajaya (2)	84.17	64.13	60.18	58.43
9	Galaxy Mall (1)	84.26	64.22	60.22	58.47
10	Galaxy Mall (2)	84.55	64.51	60.26	58.51
11	UA (1)	84.26	64.22	60.21	58.46
12	UA (2)	84.34	64.30	60.13	58.38
13	FKM (1)	84.37	64.33	60.25	58.50
14	FKM (2)	84.27	64.23	60.17	58.41
15	Mulyorejo (1)	84.15	64.11	60.23	58.48
16	Mulyorejo (2)	84.14	64.10	60.10	58.34

Dari tabel 5.8 dapat dilihat kebisingan masih belum memenuhi standar baku mutu untuk kawasan pemukiman meskipun sudah berjarak 600 meter dari sumber bising. Kemudian dilakukan perhitung kembali untuk jarak yang lebih dekat dari sumber bising agar didapatkan kondisi yang lebih rinci terhadap lokasi yang langsung berdampingan dengan sumber bising sehingga dapat dilihat korelasi ketepatan tata guna lahan dengan kondisi kebisingan yang terjadi. Dihitung kebisingan dengan jarak 10 meter, dimana jarak 10 meter ini

adalah rata-rata jarak dari sumber bising ke penerima. Dengan asumsi jarak adalah jarak dari titik pengambilan sampel kebisingan hingga titik terdepan bangunan (bukan pagar) yang terdapat di sepanjang tepi MERR. Alasan dipilihnya titik terdepan bangunan adalah karena titik ini adalah titik luar bangunan dan juga titik awal yang memungkinkan untuk melakukan aktivitas pada setiap fungsi guna lahan. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 5.5 .

Hasil perhitungan kebisingan pada pada jarak 10 meter tersebut dapat dilihat pada tabel 5.9.

Tabel 5.9 Hasil Perhitungan Reduksi Tingkat Kebisingan di Titik Tambahan Terdekat

No	Lokasi	Peruntukan Eksisting	Baku Mutu (dBA)	LSM Max (dBA)	Reduksi Lsm *10m
1	ARH (1)	Perkantoran dan Perdagangan	65.00	83.60	76.61
2	ARH (2)	Permukiman	55.00	84.27	77.28
3	SMP 19 (1)	Pendidikan	55.00	84.53	77.54
4	SMP 19 (2)	Perkantoran dan Perdagangan	65.00	84.18	77.19
5	Ruko (1)	Perkantoran dan Perdagangan	65.00	84.25	77.26
6	Ruko (2)	Perkantoran dan Perdagangan	65.00	84.45	77.46
7	Kertajaya (1)	Permukiman	55.00	84.45	77.46
8	Kertajaya (2)	Perkantoran dan Perdagangan	65.00	84.17	77.18
9	Galaxy Mall (1)	Permukiman	55.00	84.26	77.27
10	Galaxy Mall (2)	Perkantoran dan Perdagangan	65.00	84.55	77.56
11	UA (1)	Permukiman	55.00	84.26	77.27
12	UA (2)	Pendidikan	55.00	84.34	77.35
13	FKM (1)	Permukiman	55.00	84.37	77.38
14	FKM (2)	Pendidikan	55.00	84.27	77.28
15	Mulyorejo (1)	Permukiman	55.00	84.15	77.16
16	Mulyorejo (2)	Permukiman	55.00	84.14	77.15

Dari tabel 5.9 dapat dilihat kebisingan di seluruh titik melebihi baku mutu. Oleh karena itu perlu direncanakan peletakan peredam bising pada wilayah studi. Peredam bising yang direncanakan dapat berupa peredam bising alami

misalnya tanaman perdu ataupun peredam bising buatan misalnya dinding yang terbuat dari pasangan batu bata.

5.2.3 Perencanaan Peletakan Bangunan Peredam Bising (BPB)

Selain berkurangnya kebisingan karena fungsi jarak, juga dihitung juga reduksi akibat adanya penghalang yang dapat berupa bangunan ataupun tanaman. Karena kebisingan di wilayah studi yang melebihi baku mutu kebisingan sesuai KEPMEN LH no 48 tahun 1996 maka direncanakan peletakan BPB yang sesuai untuk dapat mereduksi kebisingan yang terjadi. berikut adalah perhitungan BPB buatan berupa dinding yang terbuat dari pasangan batu bata. Perhitungan dapat dilakukan dengan menghitung bilangan Fresnel menggunakan persamaan berikut:

$$N = \frac{2}{\lambda} (x + y + z)$$

$$x = \sqrt{R^2 + (Hb - Hs)^2}$$

$$y = \sqrt{D^2 + (Hb - Hp)^2}$$

$$z = \sqrt{(R + D)^2 + (Hp - Hs)^2}$$

$$\lambda = c/f$$

Dimana:

- N= Bilangan Fresnel
- X= Jarak dari sumber bising ke BPB (m)
- Y= Jarak dari BPB ke penerima (m)
- Z= Jarak dari sumber bising ke penerima (m)
- R= Jarak sumber bising ke BPB di lapangan(m)
- D= Jarak penerima ke BPB di lapangan (m)
- Hb= Tinggi BPB (m)
- Hp= Tinggi penerima (m)
- Hs= Tinggi sumber bising (m)

- λ = Panjang gelombang (m)
- c = cepat rambat gelombang di udara $c=340$
- f = frekuensi (Hz) 1000 Hz

Keterangan:

- Ketinggian sumber bising (H_s) diperkirakan 50 cm karena sumber bising berasal dari knalpot kendaraan bermotor yang dirata-ratakan ketinggiannya adalah 50 cm
- Tinggi penerima (H_p) adalah tinggi rata-rata manusia Indonesia yaitu sekitar 160 cm.
- Jarak sumber bising ke BPB (R) bervariasi tergantung letak/jarak dari sumber bising ke penghalang pada masing-masing titik. Namun diasumsikan perhitungan adalah jarak terdekat sumber bising ke BPB terdekat yaitu 6 meter yaitu berasal dari 2 meter adalah jarak dari sumber bising terdekat ke titik pengambilan sampel dan 4 meter adalah jarak dari titik pengambilan sampel ke BPB.
- Jarak penerima ke BPB (D) adalah 4 meter yaitu selisih antara jarak yang diasumsikan sebagai jarak lokasi terdekat yang terpapar kebisingan yaitu 10 meter dikurangi dengan jarak sumber bising ke BPB.
- Tinggi efektif BPB diasumsikan dari tinggi rata-rata pagar di wilayah studi yaitu 2 meter.
- Panjang gelombang dengan menggunakan rumus:
 $\lambda = c/f$ Dimana
 c = cepat rambat gelombang di udara = 340 m/s
 f = frekuensi (Hz) 1000 Hz

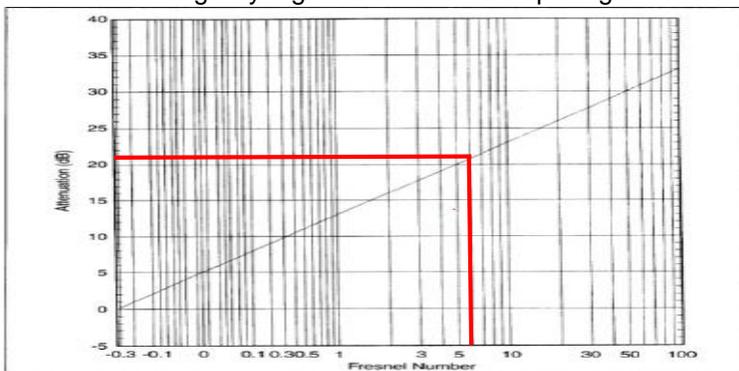
Pada perhitungan reduksi karena pengaruh BPB hanya daerah yang berada beberapa meter yang tingkat kebisingannya berkurang karena adanya BPB. Secara sederhana, daerah yang kebisingannya berkurang karena adanya BPB adalah daerah yang berada dibelakang BPB dengan jarak yang sama dengan jarak anatar sumber bunyi dengan BPB. Dalam penelitian ini, jarak antara BPB dan sumber bising diasumsikan ± 6 meter. Dengan demikian, daerah yang kebisingannya berkurang adalah daerah yang berada ± 6 meter di belakang BPB. Karena letak titik terdekat yang terpapar kebisingan diasumsikan berjarak 10 meter dari sumber bising maka jarak antara BPB dengan titik tambahan terdekat adalah

4 meter (10 meter - 6 meter). BPB eksisting adalah berupa pagar dengan ketinggian bervariasi. Menurut ketentuan yang diatur dalam Peraturan Walikota Surabaya no 58 tahun 2015 tentang Pedoman Teknis Pelayanan Izin Mendirikan Bangunan yang mengatur batas ketinggian pagar untuk Rumah Tinggal maksimal 1,5 meter, namun untuk perhitungan akan tetap digunakan ketinggian 1 meter karena pada lokasi eksisting ketinggian rata-rata tembok pagar adalah 1 meter ditambah tinggi pagar besi yang bervariasi. Direncanakan tinggi tembok pagar disesuaikan menurut peruntukan gunanya dimana 0,5 meter untuk perdagangan, 1 meter untuk permukiman dan 2 meter untuk pendidikan. Dengan demikian, perhitungan atenuasi BPB buatan dengan menghitung bilangan Fresnel adalah seperti pada tabel 5.10.

Tabel 5.10 Hasil Perhitungan Bilangan Fresnel

Peruntukan	R	D	Hb	Hp	Hs	X	y	Z	c/f	N
Perdagangan	6	4	0.5	1.6	0.5	6	10	16	0.34	5.9
Permukiman	6	4	1	1.6	0.5	6.02	4	10.1	0.34	5.9
Pendidikan	6	4	2	1.6	0.5	6.18	6	12.1	0.34	6.0

Kemudian nilai bilangan Fresnel yang didapatkan dimasukkan ke dalam grafik maekawa untuk didapatkan atenuasi kebisingan yang dihasilkan BPB seperti gambar 5.6.



Gambar 5.6 Grafik Maekawa

Dari pembacaan grafik didapatkan hasil atenuasi 21 dB dan kemudian dihitung kebisingan di titik 10 meter tersebut setelah dikurangi reduksi karena jarak dan BPB. Hasil perhitungan seperti pada tabel 5.10

Tabel 5.11 Hasil Perhitungan Reduksi Tingkat Kebisingan Karena Jarak dan Peredam Buatan

Lokasi	Peruntukan Eksisting	Baku Mutu (dBA)	LSM Max (dBA)	Reduksi Lsm *10m	Reduksi Jarak+ BPB
ARH (1)	Perkantoran dan Perdagangan	65.00	83.60	76.61	55.61
ARH (2)	Permukiman	55.00	84.27	77.28	56.28
SMP 19 (1)	Pendidikan	55.00	84.53	77.54	56.54
SMP 19 (2)	Perkantoran dan Perdagangan	65.00	84.18	77.19	56.19
Ruko (1)	Perkantoran dan Perdagangan	65.00	84.25	77.26	56.26
Ruko (2)	Perkantoran dan Perdagangan	65.00	84.45	77.46	56.46
Kertajaya (1)	Permukiman	55.00	84.45	77.46	56.46
Kertajaya (2)	Perkantoran dan Perdagangan	65.00	84.17	77.18	56.18
Galaxy Mall (1)	Permukiman	55.00	84.26	77.27	56.27
Galaxy Mall (2)	Perkantoran dan Perdagangan	65.00	84.55	77.56	56.56
UA (1)	Permukiman	55.00	84.26	77.27	56.27
UA (2)	Pendidikan	55.00	84.34	77.35	56.35
FKM (1)	Permukiman	55.00	84.37	77.38	56.38
FKM (2)	Pendidikan	55.00	84.27	77.28	56.28
Mulyorejo (1)	Permukiman	55.00	84.15	77.16	56.16
Mulyorejo (2)	Permukiman	55.00	84.14	77.15	56.15

Dari tabel 5.11 dapat terlihat kebisingan di titik yang berjarak 10 meter dari sumber bising, skenario reduksi kebisingan untuk kawasan perkantoran dan perdagangan yang memiliki baku mutu kebisingan 65 dBA sudah cukup hanya dengan pemasangan Bangunan Peredam Bising, sedangkan untuk kawasan perumahan dan pendidikan perlu direncanakan tambahan peredam bising alami karena tingkat kebisingannya belum mendekati baku mutu yang ditetapkan.

Pada perencanaan ini tanaman perdu yang digunakan adalah kombinasi antara glodogan (*Polyalthea Longifolia*), teh-tehan pangkas (*Acalypha sp.*) dan Bougenville (*Bougainvillea sp.*) yang diletakkan di separator jalan dan trotoar untuk mereduksi kebisingan agar kondisi kebisingan bisa berada dibawah baku mutu. Glodogan dipilih karena memiliki struktur morfologi yang memanjang secara vertikal namun tidak melebar secara horizontal, hal ini sesuai untuk penempatan di trotoar maupun separator jalan yang hanya memiliki lebar ± 3 meter. Dipadukan dengan teh-tehan pangkas dan bougenvil ditempatkan disekeliling glodogan. Ketiga jenis tanaman ini memiliki daun yang rimbun sehingga tergolong baik sebagai penyerap kebisingan dan penyerap polusi udara. Perhitungan peredam bising alami adalah sebagai berikut:#

$$\begin{aligned} \text{Atenuasi} &= (0,18 \log f - 0,31) r \\ &= (0,18 \log 1000 - 0,31) 4 \\ &= \mathbf{0,92 \text{ dB(A)}} \end{aligned}$$



Gambar 5.7 Glodogan (*Polyalthea Longifolia*)



Gambar 5.8 Bougenvil (*Bougainville sp.*)



Gambar 5.9 Teh-tehan pangkas (*Acalypha sp.*)

Dari perhitungan diatas didapatkan atenuasi yang dihasilkan dari peredam bising alami yang direncanakan adalah sebesar 0,92 dB(A). Perhitungan tersebut dihitung berdasarkan nilai f sebesar frekuensi yang dapat didengar manusia yaitu 1000 Hz dan jarak rata-rata dari sumber bising ke peredam bising adalah 4 meter. Kemudian atenuasi peredam bising alami dimasukkan ke perhitungan kebisingan yang telah dilakukan pada tabel 5.10 dan didapatkan hasil seperti pada tabel 5.11.

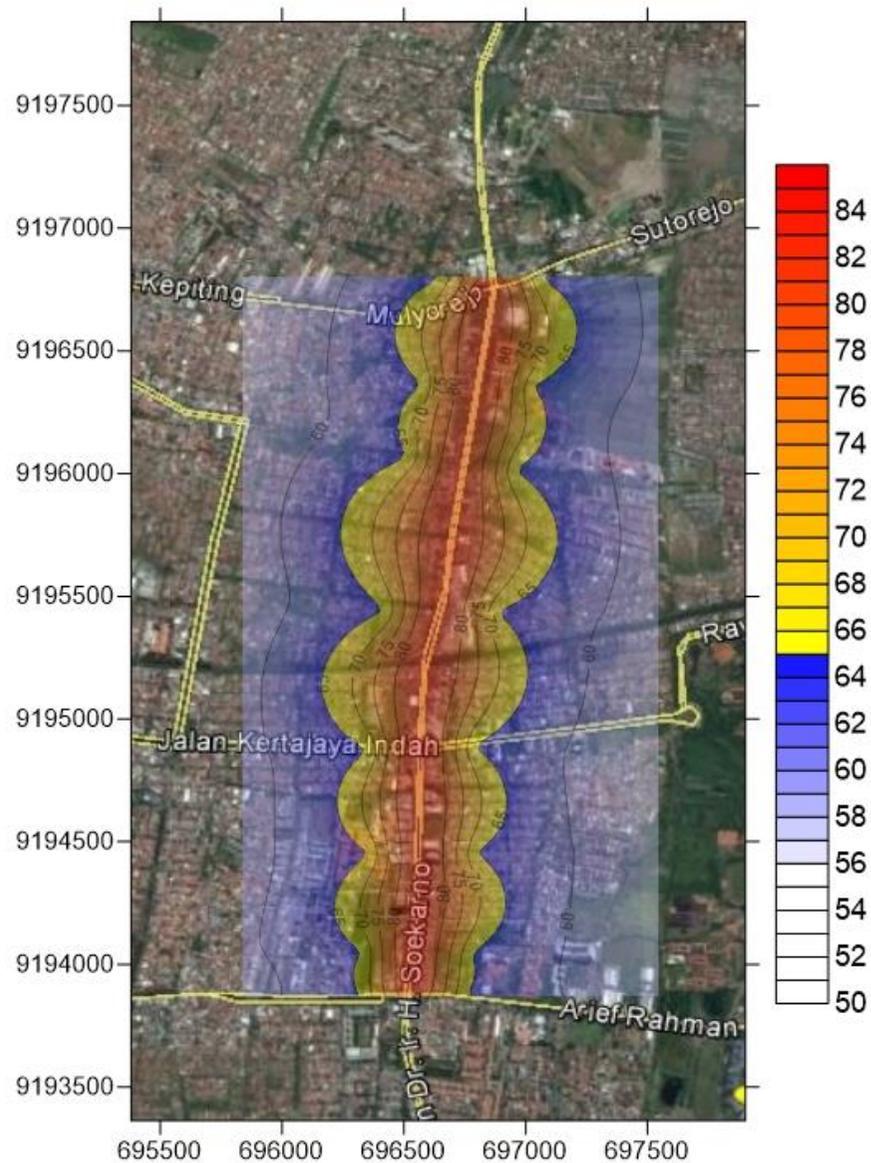
Tabel 5.12 Hasil Perhitungan Reduksi Tingkat Kebisingan Karena Jarak, Peredam Buatan, dan Peredam Alami

Lokasi	Peruntukan Eksisting	Baku Mutu (dBA)	LSM Max (dBA)	Reduksi Lsm *10m	Reduksi Jarak+ BPB	Reduksi Jarak+ BPB+ Peredam alami
ARH (1)	Perkantoran dan Perdagangan	65.00	83.60	76.61	55.61	-
ARH (2)	Permukiman	55.00	84.27	77.28	56.28	54.44
SMP 19 (1)	Pendidikan	55.00	84.53	77.54	56.54	54.70
SMP 19 (2)	Perkantoran dan Perdagangan	65.00	84.18	77.19	56.19	-
Ruko (1)	Perkantoran dan Perdagangan	65.00	84.25	77.26	56.26	-
Ruko (2)	Perkantoran dan Perdagangan	65.00	84.45	77.46	56.46	-
Kertajaya (1)	Permukiman	55.00	84.45	77.46	56.46	54.62
Kertajaya (2)	Perkantoran dan Perdagangan	65.00	84.17	77.18	56.18	-
Galaxy Mall (1)	Permukiman	55.00	84.26	77.27	56.27	54.43
Galaxy Mall (2)	Perkantoran dan Perdagangan	65.00	84.55	77.56	56.56	-
UA (1)	Permukiman	55.00	84.26	77.27	56.27	54.43
UA (2)	Pendidikan	55.00	84.34	77.35	56.35	54.51
FKM (1)	Permukiman	55.00	84.37	77.38	56.38	54.54
FKM (2)	Pendidikan	55.00	84.27	77.28	56.28	54.44
Mulyorejo (1)	Permukiman	55.00	84.15	77.16	56.16	54.32
Mulyorejo (2)	Permukiman	55.00	84.14	77.15	56.15	54.31

Terlihat pada tabel 5.12 kebisingan seluruh lokasi telah berada dibawah baku mutu sehingga tata guna lahan yang berada di sepanjang wilayah studi sudah sesuai jika di wilayah studi ditanami peredam bising alami berupa tanaman perdu di sepanjang trotoar dan separator jalan serta juga dilengkapi pagar setinggi 2 meter.

Langkah selanjutnya adalah memasukkan data kebisingan ke aplikasi surfer untuk mendapatkan sebaran kebisingan yang terjadi pada wilayah studi. Beberapa skenario pemetaan kontur kebisingan yang dilakukan adalah:

1. Sebaran Kebisingan Harian Maksimum (L_{sm}) Tanpa BPB (Gambar 5.10)
2. Sebaran Kebisingan Harian Maksimum (L_{sm}) Dengan BPB (Gambar 5.11)
3. Sebaran Kebisingan Siang Hari Maksimum (L_s) Tanpa BPB (Gambar 5.12)
4. Sebaran Kebisingan Siang Hari Maksimum (L_s) Dengan BPB (Gambar 5.13)
5. Sebaran Kebisingan Malam Hari Maksimum (L_m) Tanpa BPB (Gambar 5.14)
6. Sebaran Kebisingan Malam Hari Maksimum (L_m) Dengan BPB (Gambar 5.15)



Gambar 5.10 Sebaran Kebisingan Harian Maksimum (L_{sm}) Tanpa BPB



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA
 2017

TUGAS AKHIR
 ANALISIS KEBISINGAN DIKAITKAN
 DENGAN TATA GUNA LAHAN DI KAWASAN
 JALAN DR. IR. H. SOEKARNO (MERR)
 SURABAYA

MAHASISWA

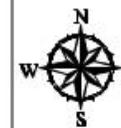
ADHEE MUHAMMAD RIZKY
 3313100059

DOSEN PEMBIMBING

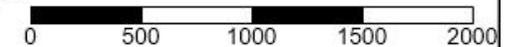
DR. IR. RACHMAT BOEDISANTOSO, M.T.
 19660116 199703 1 001

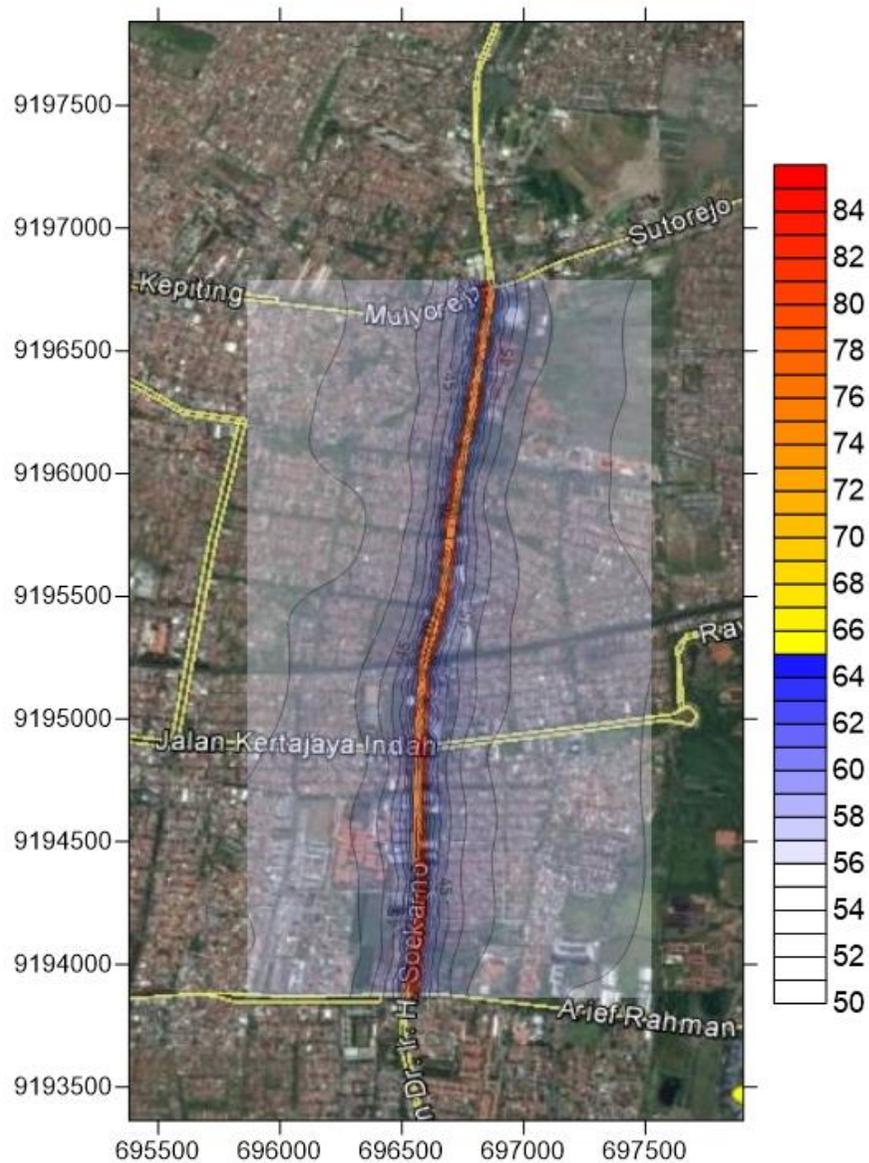
JUDUL GAMBAR

SEBARAN KEBISINGAN HARIAN MAKSIMUM (L_{sm})
 TANPA NOISE BARRIER



SKALA





Gambar 5.11 Sebaran Kebisingan Harian Maksimum (L_{sm}) Dengan BPB



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA
 2017

TUGAS AKHIR
 ANALISIS KEBISINGAN DIKAITKAN
 DENGAN TATA GUNA LAHAN DI KAWASAN
 JALAN DR.IR. H. SOEKARNO (MERR)
 SURABAYA

MAHASISWA

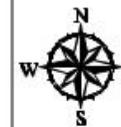
ADHEE MUHAMMAD RIZKY
 3313100059

DOSEN PEMBIMBING

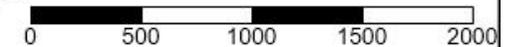
DR. IR. RACHMAT BOEDISANTOSO, M.T.
 19660116 199703 1 001

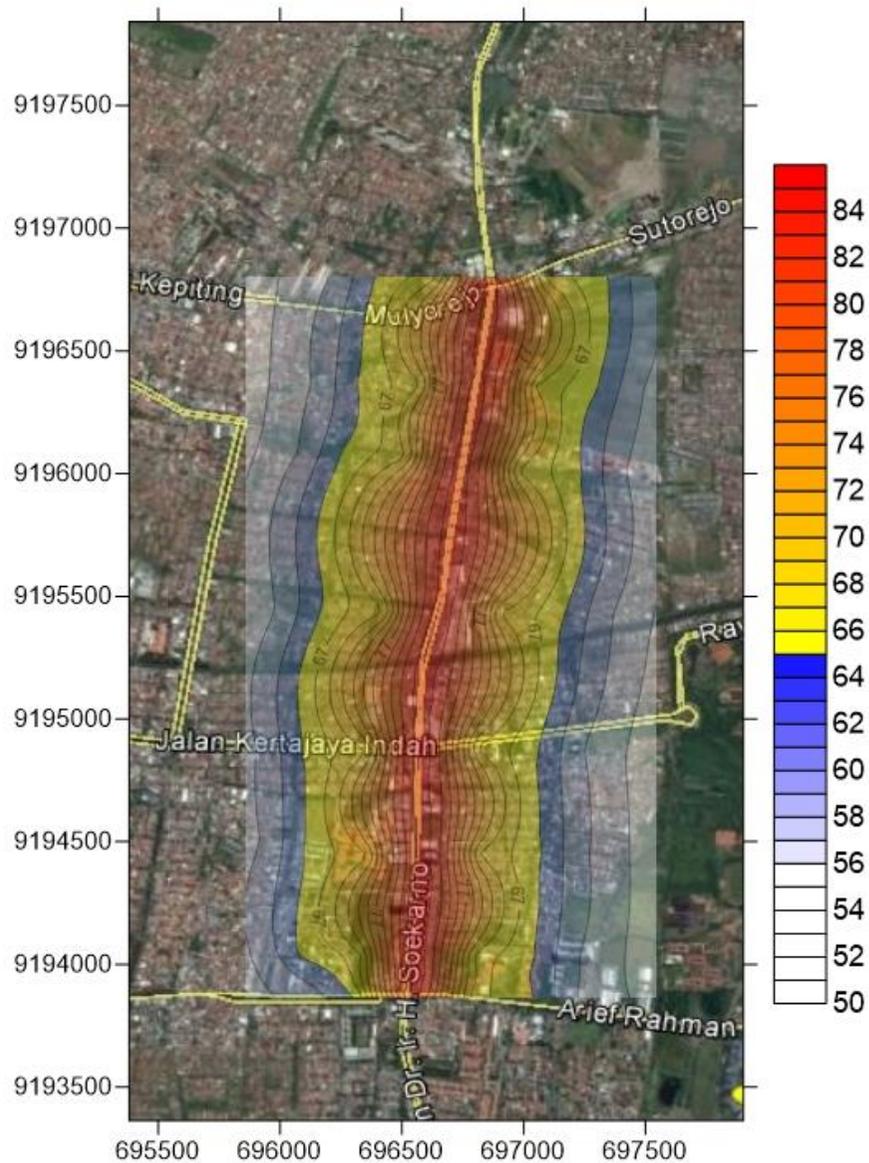
JUDUL GAMBAR

SEBARAN KEBISINGAN HARIAN MAKSIMUM (L_{sm})
 DENGAN NOISE BARRIER



SKALA





Gambar 5.12 Sebaran Kebisingan Siang Maksimum (L_s) Tanpa BPB



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA
 2017

TUGAS AKHIR
 ANALISIS KEBISINGAN DIKAITKAN
 DENGAN TATA GUNA LAHAN DI KAWASAN
 JALAN DR. IR. H. SOEKARNO (MERR)
 SURABAYA

MAHASISWA

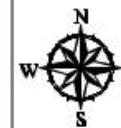
ADHEE MUHAMMAD RIZKY
 3313100059

DOSEN PEMBIMBING

DR. IR. RACHMAT BOEDISANTOSO, M.T.
 19660116 199703 1 001

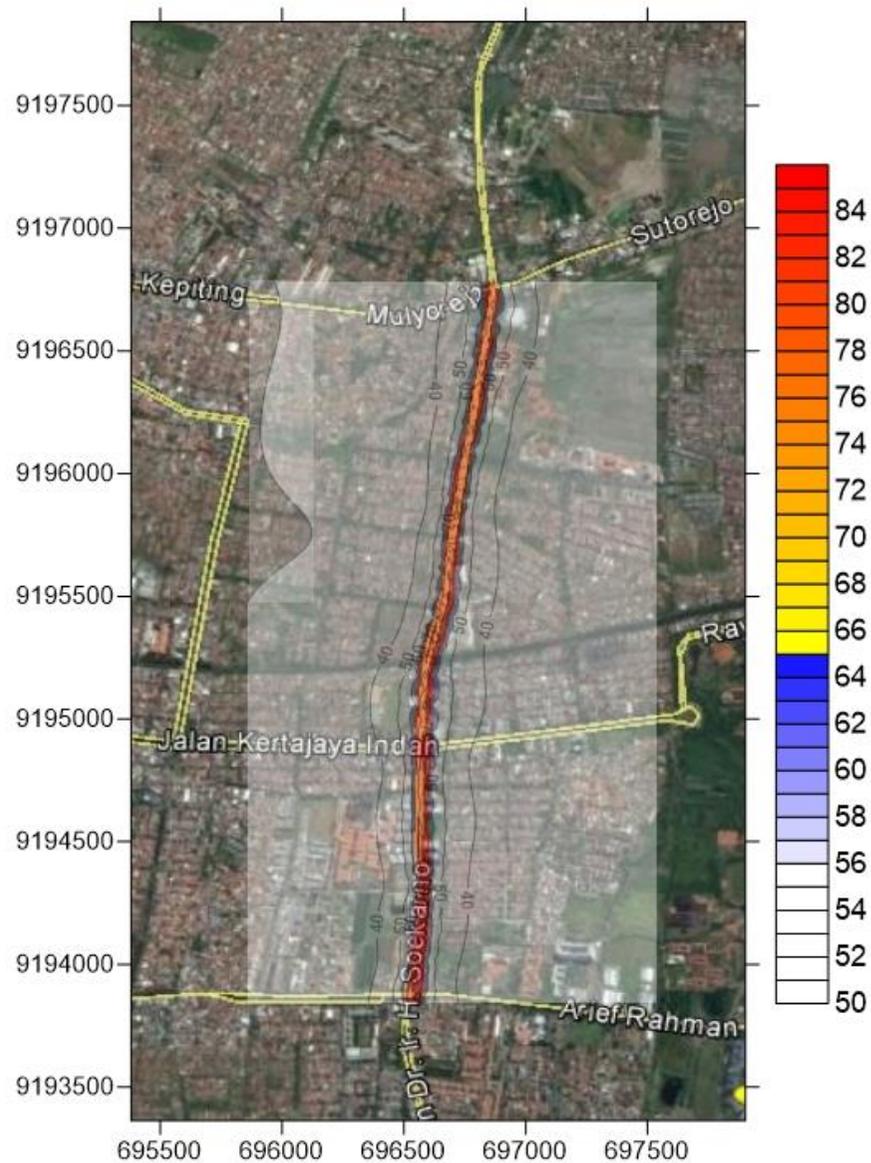
JUDUL GAMBAR

SEBARAN KEBISINGAN SIANG MAKSIMUM (L_s)
 TANPA NOISE BARRIER



SKALA





Gambar 5.12 Sebaran Kebisingan Siang Maksimum (L_s) Dengan BPB



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA
 2017

TUGAS AKHIR
 ANALISIS KEBISINGAN DIKAITKAN
 DENGAN TATA GUNA LAHAN DI KAWASAN
 JALAN DR.IR. H. SOEKARNO (MERR)
 SURABAYA

MAHASISWA

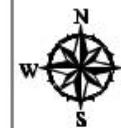
ADHEE MUHAMMAD RIZKY
 3313100059

DOSEN PEMBIMBING

DR. IR. RACHMAT BOEDISANTOSO, M.T.
 19660116 199703 1 001

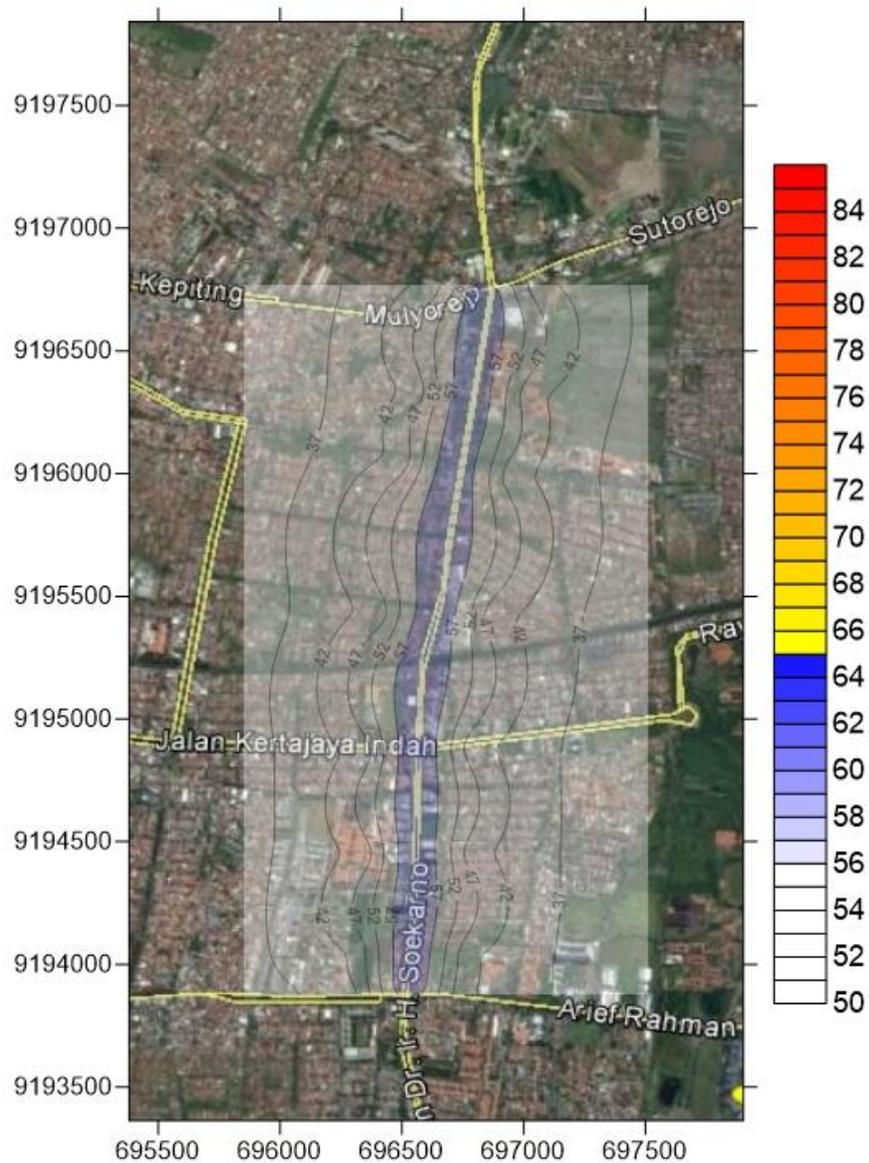
JUDUL GAMBAR

SEBARAN KEBISINGAN SIANG MAKSIMUM (L_s)
 DENGAN NOISE BARRIER



SKALA





Gambar 5.14 Sebaran Kebisingan Malam Maksimum (L_m) Tanpa BPB



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA
 2017

TUGAS AKHIR
 ANALISIS KEBISINGAN DIKAITKAN
 DENGAN TATA GUNA LAHAN DI KAWASAN
 JALAN DR.IR. H. SOEKARNO (MERR)
 SURABAYA

MAHASISWA

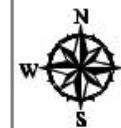
ADHEE MUHAMMAD RIZKY
 3313100059

DOSEN PEMBIMBING

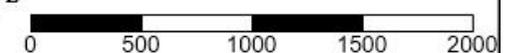
DR. IR. RACHMAT BOEDISANTOSO, M.T.
 19660116 199703 1 001

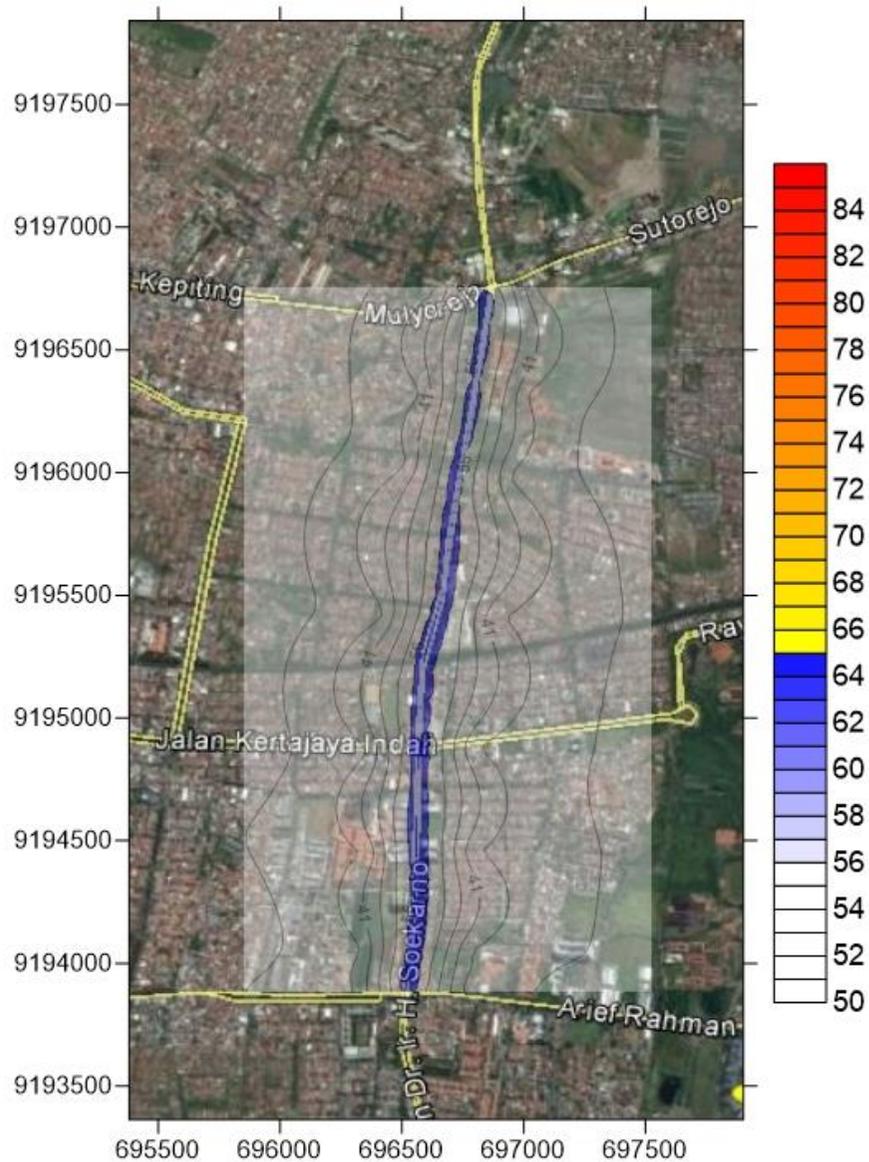
JUDUL GAMBAR

SEBARAN KEBISINGAN MALAM MAKSIMUM (L_m)
 TANPA NOISE BARRIER



SKALA





Gambar 5.15 Sebaran Kebisingan Malam Maksimum (L_m) Dengan BPB



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA
 2017

TUGAS AKHIR
 ANALISIS KEBISINGAN DIKAITKAN
 DENGAN TATA GUNA LAHAN DI KAWASAN
 JALAN DR.IR. H. SOEKARNO (MERR)
 SURABAYA

MAHASISWA

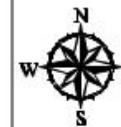
ADHEE MUHAMMAD RIZKY
 3313100059

DOSEN PEMBIMBING

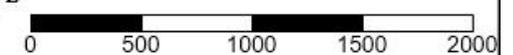
DR. IR. RACHMAT BOEDISANTOSO, M.T.
 19660116 199703 1 001

JUDUL GAMBAR

SEBARAN KEBISINGAN MALAM MAKSIMUM (L_m)
 DENGAN NOISE BARRIER



SKALA



Peta kontur kebisingan yang dibuat hanya merepresentasikan kebisingan di kawasan MERR dengan sumber kebisingan yang diperhitungkan hanya bersumber dari lalu-lintas yang melalui jalan MERR tersebut. Sehingga untuk lalu-lintas dari sumber-sumber lain misal seperti jalan-jalan yang tegak lurus memotong MERR, tidak diperhitungkan. Sebaran kebisingan yang dipetakan adalah sebaran kebisingan yang nilainya didapat dari hasil perhitungan berdasarkan data yang didapatkan dari pengambilan sampel kebisingan di 16 titik utama pengambilan sampel.

Pada peta kontur dapat dilihat bahwa kebisingan harian yang terjadi di sepanjang kawasan MERR berkisar antara 83 - 85 dB(A). Tingkat kebisingan yang diukur pada setiap titik utama pengambilan sampel adalah kebisingan keseluruhan yang ditangkap oleh alat *sound level meter* yang bersumber dari kedua arah jalur. Tujuan diukurnya kebisingan pada kedua posisi jalur yang berseberangan ini adalah agar sebaran kebisingan dapat dipetakan secara merata ke arah luar titik utama menjauhi kedua jalur. Titik utama pengambilan sampel ditentukan dengan pertimbangan ingin diketahuinya kondisi kebisingan maksimum, maka titik utama diletakkan di beberapa persimpangan jalan dan beberapa titik yang dapat mewakili tiap fungsi guna lahan di kawasan MERR. Kondisi kebisingan maksimum akan didapatkan dari akumulasi kendaraan sering terjadi saat berada pada pertigaan maupun perempatan sebab akumulasi jumlah kendaraan sangat mempengaruhi kebisingan yang terjadi.

Dari peta juga dapat dilihat bahwa semakin bertambahnya jarak, tingkat kebisingan juga akan menurun, dimana pada jarak 200 m, 400m dan 600m menjauh dari sumber kebisingan di titik tambahan terlihat penurunan kebisingan yang cukup signifikan. Kebisingan tersebut dapat direduksi lagi dengan penempatan bangunan peredam bising dengan ketinggian dan penempatan jarak yang optimal dari sumber bising.

Dalam penelitian ini diasumsikan ditempatkan peredam bising buatan dari pasangan bata dengan ketinggian 2 meter dan berjarak 6 meter dari sumber bising. Peredam bising ini memiliki atenuasi sekitar 21 dB(A) berdasarkan perhitungan dengan rumus Fresnel yang telah dilakukan. Atenuasi dari peredam bising buatan memiliki pengaruh yang cukup signifikan hingga

dapat menekan kebisingan di titik yang berjarak 10 meter dari sumber bising hingga level terendah 54,31 dB(A). Kondisi pada titik 10 meter dari sumber bising tersebut adalah posisi yang masih di luar ruangan, sehingga dapat diperkirakan kondisi kebisingan akan menurun jika didalam ruang bangunan. Hal ini disebabkan karena dinding bangunan juga berfungsi sebagai peredam bising.

5.3 Komparasi Kondisi Tingkat Kebisingan

5.3.1 Komparasi Tingkat Kebisingan Siang dan Malam

Dari data yang telah diolah dapat dibandingkan kebisingan yang terjadi antara kebisingan siang hari dan malam hari. Kebisingan ini dapat menjadi analogi kondisi setelah beroperasinya MERR dan sebelum adanya MERR. Kebisingan yang terjadi pada siang hari (Ls) dianalogikan menjadi kondisi setelah MERR beroperasi karena telah terdapat berbagai aktivitas di sepanjang MERR, sedangkan kebisingan malam hari (Lm) dianalogikan menjadi kondisi sebelum MERR beroperasi karena kondisi pada malam hari dinilai minim aktivitas di sepanjang MERR. Kondisi kebisingan siang dan malam selama 1 minggu dapat dilihat pada tabel 5.13 dan 5.14

Tabel 5.13 Tingkat Kebisingan Siang Hari (Ls) dalam Kurun Waktu 1 minggu

No	Lokasi	senin	selasa	rabu	Kamis	jumat	sabtu	minggu
1	ARH (1)	83.0	84.2	84.3	84.4	84.6	84.9	83.1
2	ARH (2)	84.4	84.3	84.5	84.6	84.6	85.6	83.1
3	SMP 19 (1)	84.7	84.7	84.3	84.5	84.4	85.9	82.9
4	SMP 19 (2)	84.6	84.6	84.5	84.5	84.4	85.5	83.0
5	Ruko (1)	84.7	84.5	84.4	84.6	84.7	85.6	82.9
6	Ruko (2)	84.3	84.7	84.5	84.5	84.3	85.8	83.3
7	Kertajaya (1)	84.5	84.4	84.2	84.4	84.5	85.8	83.0

Lanjutan Tabel 5.13

No	Lokasi	senin	selasa	rabu	Kamis	jumat	sabtu	minggu
8	Kertajaya (2)	84.5	84.2	84.5	84.4	84.7	85.5	83.2
9	Galaxy Mall (1)	84.6	84.6	84.5	84.4	84.5	85.6	83.0
10	Galaxy Mall (2)	84.4	84.6	84.4	84.5	84.7	85.9	83.1
11	UA (1)	84.3	84.6	84.5	84.6	84.5	85.6	83.1
12	UA (2)	84.1	84.3	84.6	84.3	84.4	85.7	83.1
13	FKM (1)	84.7	84.5	84.5	84.5	84.4	85.7	83.2
14	FKM (2)	84.6	84.4	84.4	84.2	84.4	85.6	83.2
15	Mulyorejo (1)	84.7	84.7	84.5	84.5	84.4	85.5	83.1
16	Mulyorejo (2)	84.1	84.4	84.4	84.5	84.6	85.5	82.8
	LS Max Harian	84.7	84.7	84.6	84.6	84.7	85.9	83.3
	LS Min Harian	84.1	84.2	84.2	84.2	84.3	85.5	82.8
	LS Ave Harian	84.5	84.5	84.4	84.5	84.5	85.7	83.1

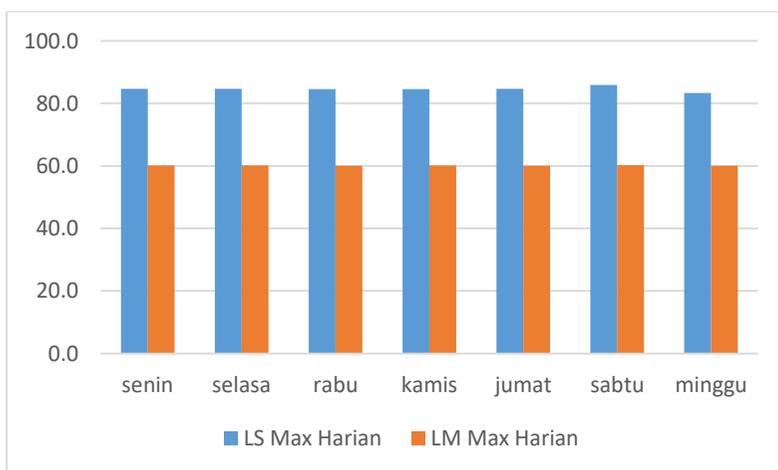
Tabel 5.14 Tingkat Kebisingan Malam Hari (Lm) dalam Kurun Waktu 1 Minggu

No	Lokasi	senin	selasa	rabu	kamis	jumat	sabtu	minggu
1	ARH (1)	59.6	59.7	60.0	59.7	59.6	59.4	60.0
2	ARH (2)	60.1	59.8	59.7	60.0	60.0	59.8	59.8
3	SMP 19 (1)	60.0	59.9	59.7	59.8	59.9	60.2	59.8
4	SMP 19 (2)	59.8	60.0	59.7	59.6	60.1	59.8	59.8
5	Ruko (1)	60.0	59.8	60.0	60.2	59.5	59.8	59.7
6	Ruko (2)	60.0	59.7	60.0	59.8	60.1	60.0	59.9
7	Kertajaya (1)	59.8	60.0	59.8	60.0	60.1	60.0	60.0
8	Kertajaya (2)	60.2	59.7	59.6	59.8	59.8	59.9	59.9
9	Galaxy Mall (1)	60.1	60.0	60.0	59.9	59.9	59.9	59.9

Lanjutan Tabel 5.14

No	Lokasi	senin	selasa	rabu	kamis	Jumat	sabtu	minggu
10	Galaxy Mall (2)	59.9	59.7	60.1	60.0	59.8	60.1	59.6
11	UA (1)	59.9	60.2	59.9	60.0	59.6	59.9	59.8
12	UA (2)	59.9	60.0	59.9	60.0	60.0	59.8	60.0
13	FKM (1)	59.8	59.8	60.1	59.9	60.0	60.1	59.8
14	FKM (2)	60.0	59.7	59.9	60.2	59.8	60.0	60.0
15	Mulyorejo (1)	59.6	59.7	60.0	59.8	59.8	59.7	60.1
16	Mulyorejo (2)	59.9	59.7	60.1	59.8	60.0	59.6	59.9
	LM Max Harian	60.2	60.2	60.1	60.2	60.1	60.2	60.1
	LM Min Harian	59.6	59.7	59.6	59.6	59.5	59.6	59.6
	LM Ave Harian	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9

Kemudian disajikan dalam grafik seperti pada gambar 5.12.



Gambar 5.16 Grafik komparasi Pra Operasional (Malam Hari) dan Pasca Operasional MERR (Siang Hari)

5.3.2 Komparasi Tingkat Kebisingan berdasarkan Tata Guna Lahan

Sebelumnya telah diketahui beberapa peruntukan tata guna lahan di sepanjang wilayah studi berdasarkan kondisi eksisting yaitu diantaranya adalah kawasan pemukiman, kawasan perkantoran dan perdagangan, dan kawasan pendidikan. Namun perlu diperhatikan mengenai kesesuaian antara tata guna lahan eksisting tersebut dengan tata guna lahan menurut Peraturan Daerah Kota Surabaya no 12 tahun 2014 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya Tahun 2014-2034. Pada peraturan tersebut, kawasan penelitian ini tidak disebutkan secara eksplisit. Namun jika dilihat menurut lokasi administratifnya, kawasan penelitian ini termasuk didalam Unit Pengembangan II Kertajaya yang meliputi wilayah Kecamatan Mulyorejo dan Kecamatan Sukolilo dengan pusat unit pengembangan di kawasan Kertajaya Indah-Dharmahusada Indah. Peraturan tersebut menjelaskan pada Bab IV pasal 20 ayat (5) huruf b, bahwa fungsi kegiatan utama pusat lingkungan pada Unit Pengembangan II Kertajaya meliputi permukiman, perdagangan, pendidikan, dan lindung terhadap alam. Sehingga dari kalimat tersebut dapat disimpulkan kondisi eksisting kawasan penelitian ini sesuai dengan peraturan yang ada. Tabel 5.15 akan menjelaskan lokasi yang mewakili masing-masing guna lahan dan kondisi kebisingan yang terjadi dibandingkan dengan baku mutu tingkat kebisingan berdasarkan KEPMEN LH no 48 tahun 1996.

Tabel 5.15 Tingkat Kebisingan tiap Lokasi dan peruntukannya

Jenis Kawasan	Titik Lokasi	Baku Mutu	LSM
Pemukiman	ARH (2)	55 dB(A)	83.2
	Galaxy (1)		83.3
	Kertajaya (1)		83.2
	UA (1)		83.2
	FKM (1)		83.3
	Mulyorejo (1)		83.3
	Mulyorejo (2)		83.1

Lanjutan tabel 5.15

Jenis Kawasan	Titik Lokasi	Baku Mutu	LSM
Pendidikan	FKM (2)	55 dB(A)	83.2
	UA (2)		83.2
	SMP 19 (1)		83.3
Perkantoran dan perdagangan	ARH (1)	65 dB(A)	82.9
	SMP 19 (2)		83.2
	Ruko (1)		83.3
	Ruko (2)		83.3
	Kertajaya (2)		83.2
	Galaxy (2)		83.3

Dari tabel 5.15 dapat terlihat bahwa di sepanjang kawasan penelitian, kondisi kebisingan maksimum yang terpantau selama 1 minggu cenderung setara untuk seluruh lokasi titik pantau. Jika dilihat lebih teliti berdasarkan data L1 sampai L7 dari tabel yang terdapat pada LAMPIRAN A, maka terlihat kondisi kebisingan tertinggi berada pada titik pantau yang berada di perempatan-perempatan jalan. Kondisi kebisingan maksimum akan didapatkan dari akumulasi kendaraan sering terjadi saat berada pada pertigaan maupun perempatan sebab akumulasi jumlah kendaraan sangat mempengaruhi kebisingan yang terjadi. Karena kecepatan memberikan pengaruh yang kecil terhadap kebisingan. Kebisingan yang terjadi hanya dipengaruhi oleh volume lalu lintas saja (Rao, 1988).

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis data dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan yaitu:

1. Kondisi level kebisingan di wilayah studi yaitu Jalan Dr.Ir.H Soekarno mulai dari perempatan dengan Jalan Mulyorejo hingga perempatan dengan Jl. Arif Rahman Hakim secara keseluruhan berada pada level rata-rata kebisingan 84,3 dB(A) dari seluruh titik pengambilan sampel utama setiap harinya. Sehingga setelah dibandingkan dengan baku mutu kebisingan untuk setiap peruntukan kawasan yang telah ditetapkan pada KEPMEN LH no.48 tahun 1996, maka kebisingan ekivalen siang malam (Lsm) hasil survei melebihi ambang baku mutu untuk seluruh titik pengambilan sampel utama.
2. Pemetaan level kebisingan di wilayah perencanaan dilakukan dengan penambahan titik-titik tambahan sejauh 200 meter, 400 meter, dan 600 meter kearah menjauhi titik pengambilan sampel utama untuk mendapatkan kontur kebisingan akibat reduksi kebisingan karena jarak dari sumber bising. Kemudian, Peta dihasilkan dengan 6 variasi kondisi kebisingan Harian (Lsm), Siang (Ls), dan Malam (Lm) yang masing-masing dibuat dengan scenario dengan dan tanpa Noise Barrier. Pemetaan Kebisingan di sepanjang kawasan penelitian cenderung pada rentang kebisingan yang tidak terlalu jauh. Kebisingan ekivalen harian menunjukkan level kebisingan antara 81,8 - 84,6 dBA. Sedangkan kebisingan ekivalen siang hari pada rentang 82,8 - 85,9 dBA dan kebisingan ekivalen malam hari pada rentang 50,5 - 60,2 dBA. Titik kebisingan tertinggi terletak pada lokasi Galaxy Mall (2) dengan kebisingan harian mencapai 84,6 dBA.
3. Perhitungan reduksi kebisingan menggunakan bangunan peredam bising (BPB) yang direncanakan berupa pagar setinggi 0,5-2 meter yang disesuaikan dengan peruntukan guna lahannya dimana diasumsikan jarak dari sumber bising ke BPB adalah 6 meter maka didapatkan atenuasi

kebisingan yang dihasilkan oleh BPB adalah sebesar 21 dB(A) dan reduksi dengan perencanaan peredam bising alami berupa tanaman perdu menghasilkan atenuasi sebesar 1,8 dB(A). Reduksi yang dihasilkan dengan kombinasi reduksi karena jarak dan reduksi oleh peredam bising dinilai sudah mencukupi untuk jarak terdekat 10 meter dari sumber bising dengan rata-rata kebisingan untuk jarak terdekat tersebut adalah ± 54 dB(A)

6.2 Saran

Saran yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Penelitain selanjutnya dapat dilakukan dengan tim survei yang lebih banyak agar pengambilan data dapat dilakukan secara serentak di semua titik, sehingga didapatkan data pengambilan sampel pada waktu yang sama.
2. Penelitian selanjutnya bisa dilakukan dengan titik pengambilan sampel yang lebih banyak agar didapatkan sebaran yang lebih teliti.
3. Pemerintah kota Surabaya harus dapat lebih memperhitungkan pembangunan di sepanjang MERR, sebab dengan kondisi eksisting awal tahun 2017 ini kebisingan sudah melampaui ambang batas baku mutu kebisingan, sedangkan beberapa proyek pembangunan masih terus berlangsung dan tidak menutup kemungkinan kebisingan akan terus bertambah. Sehingga diharapkan untuk pembangunan selanjutnya dapat merencanakan sistem peredaman kebisingan yang baik untuk setiap bangunan yang akan dibangun.

DAFTAR PUSTAKA

- Bashiruddin, J., Entjep H., dan Widayat A., 2002. *Gangguan Keseimbangan*. Dalam: Soepardi, E.A., et al., ed. *Buku Ajar Ilmu Kesehatan Telinga Hidung Tenggorok Kepala dan Leher Edisi Keenam*. Jakarta: Balai Penerbit FK UI, 94-98.
- Beranek, Leo Leroy. 1954. *Acoustics*. New York: Mc Graw-Hill.
- Doelle, Leslie L. 1972. *Environmental Acoustic*. New York: Mc Graw-Hill.
- Harrington ; F.S Gill. 2005. *Buku Saku Kesehatan Kerja*. Edisi 3. Jakarta: Penerbit ECG.
- Heru. 2011. *Pemetaan Tingkat Kebisingan akibat Aktivitas Transportasi di Jalan Kertajaya Indah Timur-Dharmahusada Indah Timur-Dharmahusada Indah Utara, Surabaya*. Surabaya: ITS.
- Huboyo, H., S., Sumiati, S. 2008. *Buku Ajar Pengendalian Bising*. Semarang: Fakultas Teknik Lingkungan, Universitas Diponegoro.
- Ikron, I Made D, Wulandari R. 2007. *Pengaruh Kebisingan Lalulintas Jalan Terhadap Gangguan Kesehatan Psikologis Anak SDN Cipinang Muara Kecamatan Jatinegara, Kota Jakarta Timur, Propinsi DKI Jakarta*. *Majalah Kesehatan*. 11:32-37.
- Irwan. 2008. *Tantangan Lingkungan dan Lansekap Hutan Kota*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Kadriyan H. Soekardono S, Rianto B. 2008. *Pengaruh Bising terhadap Gangguan Vokal pada Guru Sekolah Dasar*. *Otorhinolaringologica Indonesiana*. 38(2):24-32
- Krisindarto, A. 1996. *Pemetaan Tingkat Kebisingan Akibat Aktivitas Transportasi dan Alternatif Pemilihan Barrier*

Surabaya Pusat. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS.

- Lord, P., and Templeton, D. 2001. *Detail Akustik edisi 3*. Jakarta: Erlangga.
- Muzzayana, Siti. 2014. *Membuat Kontur dan Layouting Peta Menggunakan Aplikasi Surfer*. Yogyakarta: UGM.
- Nugroho, Siswaji. 2005. *Analisis Pola Kebisingan di Kawasan Industri PT SIER Dengan Menggunakan Program Winsurf*. Surabaya: ITS.
- Papacostas, C.S. 1993. *Transportation Engineering And Planning*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Purnomowati, E R. 1997. *Mencari Korelasi Tingkat Kebisingan Lalu Lintas Dengan Jumlah Kendaraan Yang Lewat Di Jalan Kaliurang*. Media Teknik 1997, XIX(4).
- Prasetyo, Bambang . 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif : Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Purnanta, Arief, dkk. 2008. *Pengaruh Bising Terhadap Konsentrasi Belajar Murid Sekolah Dasar*. Jurnal Online. <http://eprints.ums.ac.id/593/1/%288%29A.pdf> [29 Desember 2016]
- Rao, S., et. al. 1988. *Study of Noise Leves Emitted by individual Motor Vehicle on Road of Visak Hapatnam City*.
- Republik Indonesia. 2005. Pedoman Konstruksi dan Bangunan tentang Mitigasi Dampak Kebisingan Akibat Lalu Lintas Jalan. Departemen Pekerjaan Umum.
- Republik Indonesia. 1996. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48/MENLH/11/1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan.
- Republik Indonesia. 1999. Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. 51/MEN/1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja.

- Republik Indonesia. 1987. Peraturan Menteri Kesehatan No. 718/MENKES/PER/XI/1987 tentang Kebisingan yang Berhubungan dengan Kesehatan
- Richard. K.M. 1978. *Acoustical Enclosures and Barriers*. New York: Mc Graw-Hill.
- Sears and Zemansky. 1962. *Physics*. Massachusetts: Addison Wesley Pub. Co, Inc.
- Subaris, H. and Haryono. 2008. *Hygiene Lingkungan Kerja*. Jogjakarta: Mitra Cendekia Press.
- Sujarwanto, Tri, dkk. 2014. *Kebisingan di Dalam Kabin Masinis Lokomotif Tipe CC201*. Surabaya: ITS.
- Suma'mur. 2009. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: CV. Sagung Seto.
- Tambunan, Sihar Tigor Benjamin, 2005. *Kebisingan Di Tempat Kerja*. Yogyakarta: ANDI.
- Warpani, S. P. 2002. *Pengelolaan Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan*. Bandung: ITB.
- Wilson, Charles E. 1978. *Noise Control: Measurement, Analysis, and Control of Vibration and Sound*. New York: Mc Graw-Hill.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN A
HASIL PERHITUNGAN
TINGKAT KEBISINGAN

No	Lokasi	Senin						
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
1	ARH (1)	84.2	82.3	82.0	83.0	61.3	56.3	60.4
2	ARH (2)	84.7	83.6	86.0	82.5	62.1	57.2	60.5
3	SMP 19 (1)	84.7	83.4	86.1	82.3	62.2	56.5	60.4
4	SMP 19 (2)	84.8	83.7	86.2	83.0	61.8	56.6	60.3
5	Ruko (1)	85.0	83.3	86.4	83.5	61.9	56.8	60.5
6	Ruko (2)	84.7	83.1	86.0	82.7	61.5	57.2	60.7
7	Kertajaya (1)	84.6	83.2	86.5	82.6	61.8	56.8	60.2
8	Kertajaya (2)	84.9	83.8	85.8	83.2	61.9	57.1	60.9
9	Galaxy Mall (1)	84.2	83.9	86.5	82.8	62.1	57.0	60.7
10	Galaxy Mall (2)	84.9	83.4	86.1	82.6	61.4	57.1	60.7
11	UA (1)	84.7	83.2	86.1	82.6	62.0	56.8	60.3
12	UA (2)	84.6	83.1	85.4	82.7	61.9	56.8	60.5
13	FKM (1)	84.9	83.6	86.3	83.3	61.5	56.9	60.4
14	FKM (2)	85.0	83.7	86.1	83.1	62.1	56.9	60.5
15	Mulyorejo (1)	85.2	83.3	86.1	83.5	61.5	56.5	60.1
16	Mulyorejo (2)	84.3	83.0	86.0	82.1	62.1	56.6	60.2

No	Lokasi	Selasa						
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
1	ARH (1)	84.7	83.7	85.1	83.1	61.4	56.8	60.3
2	ARH (2)	84.0	83.5	86.2	82.5	61.8	57.1	60.0
3	SMP 19 (1)	85.2	83.5	86.2	82.9	61.9	56.7	60.5
4	SMP 19 (2)	84.4	83.5	86.7	82.6	62.0	56.6	60.6
5	Ruko (1)	85.1	83.1	86.5	82.1	61.5	56.7	60.6
6	Ruko (2)	84.8	83.5	86.6	83.1	61.5	57.0	60.2
7	Kertajaya (1)	84.3	83.3	86.1	83.1	61.6	57.3	60.6
8	Kertajaya (2)	84.3	83.2	85.7	82.8	61.7	56.8	60.0
9	Galaxy Mall (1)	84.9	83.4	86.0	83.4	61.7	57.1	60.7
10	Galaxy Mall (2)	85.0	83.3	86.3	82.9	61.1	57.0	60.5
11	UA (1)	85.1	83.8	86.0	82.8	62.2	57.5	60.6
12	UA (2)	84.6	83.3	85.9	82.6	61.7	57.0	60.7
13	FKM (1)	84.8	83.5	86.0	83.3	61.9	56.8	60.1
14	FKM (2)	84.7	83.0	86.2	82.7	62.0	56.6	59.9
15	Mulyorejo (1)	85.3	83.3	86.2	83.1	61.6	57.0	60.0
16	Mulyorejo (2)	84.5	83.0	86.4	82.6	61.5	56.8	60.3

LA 2

No	Lokasi	Rabu						
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
1	ARH (1)	85.0	83.0	85.6	83.0	61.7	57.6	60.4
2	ARH (2)	85.0	83.2	86.2	82.8	61.5	56.8	62.0
3	SMP 19 (1)	84.6	83.4	85.9	82.3	61.6	57.0	60.2
4	SMP 19 (2)	85.0	83.2	86.0	83.0	61.9	56.6	60.0
5	Ruko (1)	85.1	83.4	85.9	82.4	61.9	57.1	60.4
6	Ruko (2)	84.6	83.7	86.1	83.1	61.6	57.2	60.6
7	Kertajaya (1)	84.6	83.1	86.2	81.9	61.4	57.1	60.6
8	Kertajaya (2)	84.9	83.3	86.2	82.7	61.4	56.5	60.3
9	Galaxy Mall (1)	84.1	83.1	86.7	82.5	61.9	57.0	60.5
10	Galaxy Mall (2)	84.8	83.9	86.0	82.0	62.0	57.0	60.6
11	UA (1)	84.5	83.7	86.0	83.4	62.4	56.5	60.1
12	UA (2)	85.1	83.1	86.2	83.3	61.3	56.6	61.0
13	FKM (1)	84.8	83.0	86.3	83.2	61.9	56.8	60.9
14	FKM (2)	84.8	83.5	85.9	82.9	62.0	56.8	60.4
15	Mulyorejo (1)	84.3	83.4	86.3	83.4	61.7	57.4	60.5
16	Mulyorejo (2)	85.1	83.3	85.8	82.8	62.1	57.3	60.4

No	Lokasi	Kamis						
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
1	ARH (1)	85.6	83.2	85.4	82.6	61.8	56.6	60.3
2	ARH (2)	84.9	83.6	86.0	83.1	62.1	56.7	60.5
3	SMP 19 (1)	84.9	87.7	86.1	82.4	61.6	57.7	60.4
4	SMP 19 (2)	85.0	83.7	86.1	82.6	61.5	56.6	60.2
5	Ruko (1)	84.9	83.7	86.3	82.5	62.3	56.8	60.8
6	Ruko (2)	84.8	83.3	86.2	82.5	61.8	56.7	60.2
7	Kertajaya (1)	84.4	83.4	86.3	82.6	61.5	56.9	60.9
8	Kertajaya (2)	84.7	83.4	85.8	83.0	62.0	56.6	60.2
9	Galaxy Mall (1)	85.0	83.2	85.8	82.9	61.7	57.1	60.4
10	Galaxy Mall (2)	84.8	83.3	86.6	82.0	61.8	56.6	60.7
11	UA (1)	85.3	83.1	86.4	82.6	62.4	56.9	60.2
12	UA (2)	84.2	83.9	85.9	82.3	62.1	56.4	60.7
13	FKM (1)	84.9	83.8	86.2	82.4	61.7	56.8	60.6
14	FKM (2)	84.6	83.5	85.5	82.7	62.4	56.9	60.6
15	Mulyorejo (1)	84.3	83.6	86.4	82.8	61.7	56.7	60.5
16	Mulyorejo (2)	84.2	83.4	86.2	83.3	61.5	56.7	60.5

LA 4

No	Lokasi	Jumat						
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
1	ARH (1)	86.0	82.8	85.7	82.7	61.3	56.2	60.5
2	ARH (2)	85.2	83.1	86.3	83.0	62.2	56.9	60.2
3	SMP 19 (1)	84.8	83.7	85.9	82.7	61.7	56.5	60.6
4	SMP 19 (2)	84.6	83.2	86.3	82.3	62.0	57.2	60.6
5	Ruko (1)	84.9	83.6	86.4	83.0	61.6	56.7	59.8
6	Ruko (2)	84.7	83.4	85.9	82.3	62.0	57.4	60.5
7	Kertajaya (1)	85.2	83.2	85.9	82.9	61.8	57.4	60.6
8	Kertajaya (2)	85.0	83.7	86.4	82.7	61.6	56.6	60.5
9	Galaxy Mall (1)	84.9	83.6	86.0	82.8	61.3	57.3	60.7
10	Galaxy Mall (2)	84.4	83.8	86.7	83.0	62.1	56.2	60.2
11	UA (1)	84.8	83.1	86.3	82.9	61.3	56.7	60.3
12	UA (2)	84.9	83.5	85.7	82.9	62.1	56.5	60.5
13	FKM (1)	85.1	83.3	85.7	82.8	62.2	56.7	60.5
14	FKM (2)	85.1	83.7	85.5	83.0	61.8	56.8	60.3
15	Mulyorejo (1)	84.5	83.3	86.3	82.8	61.3	56.3	60.8
16	Mulyorejo (2)	84.7	83.2	86.4	83.1	61.9	56.3	60.9

No	Lokasi	Sabtu						
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
1	ARH (1)	84.3	82.2	85.4	86.6	61.3	56.8	59.9
2	ARH (2)	84.8	83.6	85.9	87.3	61.9	56.8	60.3
3	SMP 19 (1)	84.7	83.4	85.9	88.1	62.4	57.0	60.6
4	SMP 19 (2)	84.4	83.0	86.3	87.2	62.1	56.3	60.2
5	Ruko (1)	84.4	83.1	86.3	87.5	61.5	56.9	60.6
6	Ruko (2)	84.9	83.1	86.3	87.6	62.1	56.4	60.7
7	Kertajaya (1)	84.7	83.6	86.8	87.3	61.9	57.0	60.6
8	Kertajaya (2)	85.0	83.4	85.8	87.0	62.1	56.9	60.3
9	Galaxy Mall (1)	84.5	83.1	85.9	87.5	61.8	56.9	60.4
10	Galaxy Mall (2)	85.0	83.6	86.4	87.5	62.2	56.9	60.6
11	UA (1)	84.6	83.2	86.2	87.3	61.9	56.7	60.5
12	UA (2)	84.4	83.3	86.2	87.7	61.7	56.9	60.4
13	FKM (1)	85.1	83.1	86.1	87.4	62.0	56.9	60.6
14	FKM (2)	84.7	83.5	86.2	87.2	62.5	56.5	60.2
15	Mulyorejo (1)	85.0	83.1	86.0	87.1	61.1	57.1	60.6
16	Mulyorejo (2)	84.7	82.9	86.3	87.2	61.4	56.9	60.1

LA 6

No	Lokasi	Minggu						
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
1	ARH (1)	80.8	82.4	85.1	82.9	62.2	56.4	60.5
2	ARH (2)	81.1	82.7	84.8	83.0	61.6	57.1	60.2
3	SMP 19 (1)	80.7	82.5	84.8	82.5	61.9	56.7	60.3
4	SMP 19 (2)	80.5	82.3	85.5	82.2	61.8	57.2	60.1
5	Ruko (1)	80.6	82.5	85.2	82.0	61.4	56.7	60.4
6	Ruko (2)	80.7	82.2	85.6	83.2	61.9	57.0	60.3
7	Kertajaya (1)	81.0	82.5	84.9	82.6	61.9	56.7	60.7
8	Kertajaya (2)	80.5	82.4	85.3	83.3	62.1	56.9	60.2
9	Galaxy Mall (1)	80.8	82.4	85.1	82.6	61.9	56.8	60.4
10	Galaxy Mall (2)	80.5	82.7	85.4	82.6	62.1	56.0	59.9
11	UA (1)	81.1	82.5	85.0	82.8	61.6	57.3	60.3
12	UA (2)	80.6	82.7	85.1	82.9	62.2	56.6	60.6
13	FKM (1)	80.7	82.6	85.2	82.9	62.1	56.8	60.1
14	FKM (2)	81.0	82.3	85.2	83.1	62.5	56.5	60.2
15	Mulyorejo (1)	80.7	82.7	85.1	82.6	61.9	57.1	60.8
16	Mulyorejo (2)	80.9	82.3	84.9	82.3	61.6	56.7	60.7

No	Lokasi	Senin			Selasa			Rabu			Kamis		
		LS	LM	LSM	LS	LM	LSM	LS	LM	LSM	LS	LM	LSM
1	ARH (1)	83.0	59.6	81.9	84.2	59.7	83.0	84.3	60.0	83.1	84.4	59.7	83.2
2	ARH (2)	84.4	60.1	83.2	84.3	59.8	83.1	84.5	59.7	83.3	84.6	60.0	83.3
3	SMP 19 (1)	84.7	60.0	83.5	84.7	59.9	83.4	84.3	59.7	83.1	84.5	59.8	83.2
4	SMP 19 (2)	84.6	59.8	83.4	84.6	60.0	83.3	84.5	59.7	83.3	84.5	59.6	83.3
5	Ruko (1)	84.7	60.0	83.5	84.5	59.8	83.3	84.4	60.0	83.2	84.6	60.2	83.4
6	Ruko (2)	84.3	60.0	83.1	84.7	59.7	83.4	84.5	60.0	83.3	84.5	59.8	83.3
7	Kertajaya (1)	84.5	59.8	83.3	84.4	60.0	83.2	84.2	59.8	83.0	84.4	60.0	83.2
8	Kertajaya (2)	84.5	60.2	83.3	84.2	59.7	83.0	84.5	59.6	83.2	84.4	59.8	83.2
9	Galaxy Mall (1)	84.6	60.1	83.4	84.6	60.0	83.4	84.5	60.0	83.3	84.4	59.9	83.2
10	Galaxy Mall (2)	84.4	59.9	83.2	84.6	59.7	83.3	84.4	60.1	83.2	84.5	60.0	83.3
11	UA (1)	84.3	59.9	83.1	84.6	60.2	83.4	84.5	59.9	83.3	84.6	60.0	83.4
12	UA (2)	84.1	59.9	82.9	84.3	60.0	83.1	84.6	59.9	83.4	84.3	60.0	83.1
13	FKM (1)	84.7	59.8	83.4	84.5	59.8	83.3	84.5	60.1	83.3	84.5	59.9	83.3
14	FKM (2)	84.6	60.0	83.4	84.4	59.7	83.2	84.4	59.9	83.2	84.2	60.2	83.1
15	Mulyorejo (1)	84.7	59.6	83.4	84.7	59.7	83.4	84.5	60.0	83.3	84.5	59.8	83.3
16	Mulyorejo (2)	84.1	59.9	82.9	84.4	59.7	83.2	84.4	60.1	83.2	84.5	59.8	83.3

No	Lokasi	Jumat			Sabtu			Minggu		
		LS	LM	LSM	LS	LM	LSM	LS	LM	LSM
1	ARH (1)	84.6	59.6	83.3	84.9	59.4	83.6	83.1	60.0	82.1
2	ARH (2)	84.6	60.0	83.4	85.6	59.8	84.3	83.1	59.8	82.0
3	SMP 19 (1)	84.4	59.9	83.2	85.9	60.2	84.5	82.9	59.8	81.9
4	SMP 19 (2)	84.4	60.1	83.2	85.5	59.8	84.2	83.0	59.8	82.0
5	Ruko (1)	84.7	59.5	83.4	85.6	59.8	84.3	82.9	59.7	81.9
6	Ruko (2)	84.3	60.1	83.1	85.8	60.0	84.5	83.3	59.9	82.2
7	Kertajaya (1)	84.5	60.1	83.3	85.8	60.0	84.5	83.0	60.0	82.0
8	Kertajaya (2)	84.7	59.8	83.4	85.5	59.9	84.2	83.2	59.9	82.1
9	Galaxy Mall (1)	84.5	59.9	83.3	85.6	59.9	84.3	83.0	59.9	82.0
10	Galaxy Mall (2)	84.7	59.8	83.4	85.9	60.1	84.6	83.1	59.6	82.0
11	UA (1)	84.5	59.6	83.2	85.6	59.9	84.3	83.1	59.8	82.0
12	UA (2)	84.4	60.0	83.2	85.7	59.8	84.3	83.1	60.0	82.1
13	FKM (1)	84.4	60.0	83.2	85.7	60.1	84.4	83.2	59.8	82.1
14	FKM (2)	84.4	59.8	83.2	85.6	60.0	84.3	83.2	60.0	82.2
15	Mulyorejo (1)	84.4	59.8	83.2	85.5	59.7	84.2	83.1	60.1	82.1
16	Mulyorejo (2)	84.6	60.0	83.4	85.5	59.6	84.1	82.8	59.9	81.8

LA 10

LAMPIRAN B
FOTO LOKASI PENGAMBILAN SAMPEL
DAN
TAMPILAN APLIKASI YANG DIGUNAKAN

Lokasi Pengambilan sampel Mulyorejo (1)



Lokasi Pengambilan sampel Mulyorejo (2)



Lokasi Pengambilan sampel FKM (1)



Lokasi Pengambilan sampel FKM (2)



Lokasi Pengambilan sampel UA(1)



Lokasi Pengambilan sampel UA (2)



Lokasi Pengambilan sampel Galaxy (1)



Lokasi Pengambilan sampel Galaxy (2)



Lokasi Pengambilan sampel Kertajaya (1)



Lokasi Pengambilan sampel Kertajaya (2)



Lokasi Pengambilan sampel Ruko Mega Galaxy (1)



Lokasi Pengambilan sampel Ruko Mega Galaxy (2)



Lokasi Pengambilan sampel SMP 19 (2)



Lokasi Pengambilan sampel SMP 19 (1)



Lokasi Pengambilan sampel ARH (1)



Lokasi Pengambilan sampel ARH (2)





Aplikasi Sound Meter



Aplikasi Altimeter

BIODATA PENULIS



Penulis adalah mahasiswa ITS perantau dari Kota Medan yang lahir pada tanggal 16 Agustus 1994 yang merupakan anak tunggal dari pasangan Bapak M. Rizal Haris dan Ibu Siti Rahmah. Penulis memulai pendidikan formalnya di SD dan SMP Swasta Dr. Wahidin Sudirohusodo, kemudian dilanjutkan ke SMA Negeri 3 Medan, dan kini melanjutkan studinya di S1 Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS melalui jalur SBMPTN pada tahun 2013.

Selama menjalani studi di ITS, penulis tidak hanya menekuni akademik melainkan juga aktif sebagai aktivis organisasi kemahasiswaan bidang minat bakat di ITS. Penulis tergabung dalam Unit Kegiatan Mahasiswa ITS Billiard dan memimpin UKM ITS Billiard pada masa studi tahun ketiganya, serta ditahun keempatnya di ITS penulis diamanahi untuk memimpin Lembaga Minat Bakat ITS. Selain itu, penulis juga tergabung dalam Victory Sepuluh Nopember Marching Corps sebagai pemain terompet. Karena ketertarikan penulis dalam membahas kebisingan, penulis menjalani kerja praktek dengan membahas kebisingan di PT Angkasa Pura II Bandara Internasional Kualanamu, Sumatera Utara. Karena menurut penulis kebisingan sering kali terabaikan untuk diperhatikan, padahal kebisingan adalah salah satu hal dasar yang dapat mengganggu kenyamanan lingkungan.

Untuk dapat berdiskusi lebih lanjut dapat menghubungi penulis via telepon seluler ke nomer 0812-5936-2893 atau email ke adheemrizky@gmail.com.