

**RUKO SEBAGAI BARRIER UNTUK MEREDUKSI KEBISINGAN
AKIBAT AKTIFITAS TRANSPORTASI DI JALAN RAYA**
*THE COMMERCIAL BUILDING EFFICIENCY AS NOISE
BARRIER CAUSED BY THE TRANSPORTATION ACTIVITIES
ON THE MAIN STREET*

Riana Purwandani¹⁾, Didik Bambang Supriyadi²⁾

**¹⁾Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Sukolilo,
Surabaya**

**²⁾Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Sukolilo,
Surabaya**

E-mail: rianapurwandani@gmail.com

Abstrak

Di sepanjang Jalan Raya terdapat rumah toko ruko yang membelakangi pemukiman-pemukiman yang ada di sekitar daerah tersebut. Ruko tersebut secara tidak langsung bertindak sebagai *barrier* yang bermanfaat untuk melindungi pemukiman dari kebisingan akibat aktifitas transportasi di Jalan Raya Mulyosari. Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran tingkat efisiensi ruko dalam mereduksi kebisingan berdasarkan variabel ketinggian ruko dan jarak antara ruko dengan sumber bising. Tingkat kebisingan diukur dengan menggunakan SLM (Sound Level Meter). Penelitian ini mengukur kebisingan di depan dan di belakang ruko. Ketinggian ruko yang diteliti adalah ruko yang memiliki ketinggian 5-9 meter, 9-13 meter dan 13-16 meter. Sedangkan variabel jarak antara ruko dengan sumber bising yang diteliti adalah pada ruko yang memiliki jarak dengan sumber bising 0-4 meter, 4-8 meter dan 8-12 meter.

Kata Kunci: barrier, kebisingan, reduksi kebisingan

Abstract

Along the main street, there are commercial buildings which cover several settlements there. The buildings indirectly act as the barrier noise. This purpose of this study is to calculate the efficiency of commercial buildings in reducing noise based on variabls; the height of commercial buildings and the distance between buildings and source of noise. In this research, measuring used SLM (Sound Level Meter). Measuring of noise was measured in front of building and behind the building. The height of buildings which were examined are the buildings that have height 5-9 meters, 9-13 meters and 13-16 meters. While the distance between the buildings that have distance to the source of noise 0-4 meters, 4-8 meters and 8-12 meters.

Keywords: barrier, noise pollution, reduction of noise

1. PENDAHULUAN

Kebisingan ditimbulkan oleh berbagai sumber bising, antara lain: kegiatan transportasi, kegiatan industri, kegiatan perdagangan dan lain-lain. Di daerah urban seperti Surabaya, kebisingan lalu lintas merupakan penghasil bunyi yang paling banyak menyumbang kebisingan. Kebisingan yang tidak dikendalikan akan menyebabkan bencana besar. Dalam jangka pendek, kebisingan dapat menyebabkan ketidaknyamanan pada penerimanya dan dalam jangka panjang akan menyebabkan berbagai kerusakan fisik maupun mental bagi penerimanya. Pembangunan ruko yang pesat biasanya terjadi di kota besar, seperti Surabaya. Hal ini tidak terkecuali terjadi di Jalan Raya Mulyosari (Surabaya Timur). Perkembangan ruko di Jalan Raya Mulyosari sangat pesat, sehingga meningkatkan volume kendaraan yang melintas di sepanjang Jalan Raya Mulyosari. Hal ini mengakibatkan meningkatnya kebisingan, tingkat kebisingan yang terjadi yaitu 77,39 dB(A) (Podallah, 2011). Nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat kebisingan di Jalan Raya Mulyosari sudah melebihi dari baku mutu menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.48 Tahun 1996, yaitu 55 dB(A) untuk pemukiman dan 65 dB(A) untuk perdagangan. Ruko tidak hanya menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan, akan tetapi ruko dapat berfungsi sebagai bangunan penghalang kebisingan (*barrier*) yang memisahkan antara sumber bising dan tempat-tempat yang sensitif terhadap bising (rumah sakit, pemukiman dan sekolah). Menurut Raichel (2006), Barrier dapat berupa pagar, dinding, tanggul (gundukan tanah), tanaman yang rimbun atau bangunan antara sumber bising dengan penerima. Pemanfaatan barrier untuk mereduksi kebisingan, perlu dilakukan sebuah evaluasi. Salah satu faktor yang mempengaruhi efisiensi barrier dalam mereduksi kebisingan adalah tinggi barrier dan jarak barrier ke sumber bunyi (Bies, 2009).

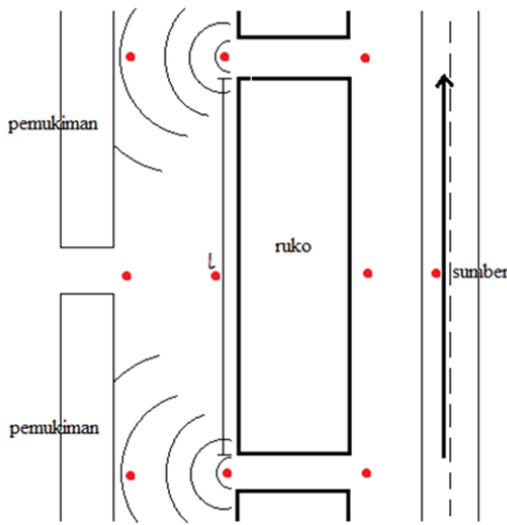
Penelitian ini bertujuan untuk mencari pola tingkat penurunan kebisingan yang ditinjau berdasarkan ketinggian barrier dan jarak antara ruko dengan sumber bising di Jalan Raya Mulyosari dan mencari tingkat efisiensi bangunan ruko di Jalan Raya Mulyosari dapat dimanfaatkan sebagai pereduksi kebisingan yang diakibatkan aktifitas transportasi di Jalan Raya Mulyosari.

2. METODA

Pada metodologi penelitian, dilakukan dengan mengambil data primer dan data sekunder. Data primer, terdiri dari pengukuran tingkat kebisingan pada titik sampling dengan menggunakan alat *Sound Level Meter* (SLM) dan pengukuran letak dan koordinat masing-masing titik sampling. Data sekunder terdiri dari tampak atas dari titik sampling yang diuji, dilakukan dengan bantuan *google map*.

Pengukuran kebisingan dilakukan di 3 titik yang berbeda secara serempak, yaitu titik yang berada di dekat sumber bising, titik di belakang ruko dan titik yang diasumsikan sebagai *shadow noise* (lihat Gambar 1). Pengukuran dilakukan selama 24 jam dimana 10 setiap interval waktu yang telah ditentukan sebelumnya diambil sampel 10 menit. Setelah didapatkan data pengukuran, data diolah dengan beberapa tahapan, yaitu dengan mencari nilai ekuivalen (L_{eq}), nilai kebisingan pada level siang (L_s), nilai kebisingan level malam (L_m), nilai kebisingan siang dan malam (L_{sm}), mencari nilai ΔI . Setelah mendapatkan nilai ΔI , dilakukan perhitungan attenuasi karena jarak. Dari kedua nilai ini dilakukan persentase untuk mengetahui efisiensi kemampuan ruko dalam mereduksi kebisingan.

Persentase efisiensi reduksi kebisingan yang diakibatkan adanya ruko ini dibandingkan dengan efisiensi reduksi akibat adanya *barrier* dengan menggunakan rumus *Fresnel*.



Gambar 1. Titik Sampling

Rumus *Fresnel* dipilih karena, pada rumus *Fresnel* kemampuan *barrier* untuk mereduksi kebisingan ditentukan dari tinggi *barrier* dan jarak *barrier* dari sumber bunyi. Tujuan dari perbandingan ini, adalah untuk mengetahui efisiensi reduksi kebisingan maksimum yang diakibatkan dari sebuah *barrier* dalam hal ini ruko. Selanjutnya untuk mengetahui reduksi bunyi karena attenuasi bunyi karena jarak (tanpa adanya ruko) maka dihitung pelemahan bunyi karena jarak dengan menggunakan rumus. Daru dua perbandingan yaitu reduksi bisng dengan menggunakan ruko dengan reduksi bunyi karena jarak, dapat dilihat mana yang paling banyak mengurangi bunyi.

Untuk visualisasi reduksi bunyi yang disebabkan adanya ruko digunakan program *Surfer10*, dimana program ini akan memvisualisasikan perubahan bunyi yang terjadi disetiap titik sampling. Data yang diperlukan untuk penggunaan *Surfer10* adalah koordinat titik sampling, data hasil pengukuran dan perhitungan reduksi kebisingan akibat adanya barrier dengan menggunakan rumus *Fresnel*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Selisih kebisingan yang terjadi di titik sumber kebisingan dengan titik di belakang ruko dari Ruko Martabak Alim (9,63m), Ruko Circle K (6,89m) dan Ruko Holland (13,59m), dimana

terdapat perbedaan tinggi ini didapatkan reduksi kebisingan yang bervariasi seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 ΔI Berdasarkan Ketinggi Ruko

| | Titik | | ΔI (dB(A)) | Keterangan |
|-------------------------|--------|----------|------------|---------------|
| | Sumber | Penerima | | |
| R.Circle K (5-9m) | 1,1 | 2 | 13,2 | Celah |
| | 1,2 | 3 | 19,1 | Belakang Ruko |
| | 1,3 | 4 | 9,5 | Celah |
| R.Martabak Alim (9-13m) | 1,1 | 2 | 14,0 | Belakang Ruko |
| | 1,2 | 3 | 21,0 | Belakang Ruko |
| | 1,3 | 4 | 8,5 | Celah |
| Holland (13-16m) | 1,1 | 2 | 11,8 | Celah |
| | 1,2 | 3 | 14,1 | Belakang Ruko |
| | 1,3 | 4 | 4,4 | Celah |

Dalam penelitian ini, efisiensi ruko ditinjau dari jarak ruko dengan sumber bunyi menggunakan Ruko Parahitha (3,94 meter), Ruko Melawai (9,4 meter), dan Ruko BRI Mulyosari (6,04 meter). Dari perbedaan jarak antara sumber bunyi dengan sumber bunyi, didapatkan nilai ΔI yang dipaparkan pada Tabel 2.

Tabel 2 ΔI Berdasarkan Jarak Ruko-Jalan

| | Titik | | ΔI (dB) | Keterangan |
|-------------------------|--------|----------|----------|---------------|
| | Sumber | Penerima | | |
| R.Parahitha (0-4m) | 1,1 | 3 | 6,5 | Celah |
| | 1,2 | 4 | 17,3 | Belakang Ruko |
| | 1,3 | 6 | 2,9 | Celah |
| R. BRI Mulyosari (4-8m) | 1,1 | 2 | 17,8 | Belakang Ruko |
| | 1,2 | 3 | 18,2 | Belakang Ruko |
| | 1,3 | 4 | 17,5 | Belakang Ruko |
| R. Melawai (8-12m) | 1,1 | 2 | 8,4 | Celah |
| | 1,2 | 3 | 14,1 | Belakang Ruko |
| | 1,3 | 4 | 10,9 | Celah |

Dari tabel 1 dan 2, menunjukkan bahwa titik sampling yang berada tepat di belakang ruko, akan mengalami penurunan kebisingan paling tinggi dibandingkan dengan titik sampling yang tidak terhalang dengan ruko (celah).

Selain melakukan pengukuran reduksi kebisingan karena adanya ruko, dilakukan pula perhitungan attenuasi

bunyi karena jarak berdasarkan rumus teoritis. Hal ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan reduksi bunyi yang dihasilkan dengan dan tanpa adanya ruko sebagai *barrier*. Attenuasi bunyi karena jarak pada titik sampling dipaparkan pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3 Attenuasi Bunyi karena Jarak di Ruko dengan Variabel Ketinggian Ruko

| Ruko | Titik | | SL | | Jarak | | Attenuasi (dB) |
|------------------|--------|----------|---------|---------|-------|------|----------------|
| | Sumber | Penerima | SL 1 | SL 2 | r1 | r2 | |
| | | | (dB(A)) | (dB(A)) | (m) | (m) | |
| R. Circle K | 1,1 | 2 | 73,3 | 60,9 | 3,0 | 51,9 | 12,4 |
| | 1,2 | 3 | 75,3 | 63,0 | 3,0 | 49,9 | 12,2 |
| (5 - 9 m) | 1,3 | 4 | 73,8 | 60,7 | 3,0 | 60,4 | 13,0 |
| R. Martabak Alim | 1,1 | 2 | 74,9 | 61,6 | 3,0 | 64,2 | 13,3 |
| | 1,2 | 3 | 75,4 | 62,7 | 3,0 | 55,4 | 12,7 |
| (9 - 13 m) | 1,3 | 4 | 75,2 | 62,1 | 3,0 | 60,4 | 13,0 |
| R. Holland | 1,1 | 2 | 73,7 | 61,8 | 3,0 | 46,7 | 11,9 |
| | 1,2 | 3 | 72,8 | 61,1 | 3,0 | 44,5 | 11,7 |
| (13 - 16 m) | 1,3 | 4 | 74,2 | 62,2 | 3,0 | 46,9 | 11,9 |

Tabel 4. Attenuasi Bunyi karena Jarak di Ruko dengan Variabel Jarak Ruko-Jalan

| Ruko | Titik | | SL | | Jarak | | Attenuasi (dB) |
|------------------|--------|----------|---------|---------|-------|------|----------------|
| | Sumber | Penerima | SL 1 | SL 2 | r1 | r2 | |
| | | | (dB(A)) | (dB(A)) | (m) | (m) | |
| R. Parahitha | 1,1 | 3 | 72,6 | 59,6 | 3,0 | 58,7 | 12,9 |
| | 1,2 | 4 | 71,3 | 58,3 | 3,0 | 59,9 | 13,0 |
| (0 - 4 m) | 1,3 | 6 | 72,7 | 60,0 | 3,0 | 55,1 | 12,6 |
| R. BRI Mulyosari | 1,1 | 2 | 76,1 | 64,2 | 3,0 | 47,0 | 11,9 |
| | 1,2 | 3 | 73,5 | 61,4 | 3,0 | 48,4 | 12,1 |
| (4 - 8 m) | 1,3 | 4 | 71,3 | 59,3 | 3,0 | 47,3 | 12,0 |
| R. Melawai | 1,1 | 2 | 71,3 | 59,3 | 3,0 | 47,9 | 12,0 |
| | 1,2 | 3 | 72,4 | 60,4 | 3,0 | 47,0 | 11,9 |
| (8 - 12 m) | 1,3 | 4 | 71,8 | 59,6 | 3,0 | 48,8 | 10,9 |

Dari tabel 3 dan 4 menunjukkan bahwa semakin jauh titik sampling dengan sumber bunyi, maka suara akan menjadi semakin lemah dan semakin dekat titik sampling dengan sumber bunyi, maka akan

semakin rendah pelemahan bunyi yang terjadi. Pelemahan bunyi ini disebut dengan attenuasi bunyi.

Efisiensi ruko dalam mereduksi kebisingan dapat dilihat diperhitungan persentase di tabel 5 dan 6. Pada tabel 5, nilai persentase reduksi kebisingan yang paling besar adalah pada Ruko Martabak Alim, yaitu dengan rentang ketinggian ruko 9 - 13 meter. Hal ini disebabkan karena Ruko Martabak Alim memiliki ketinggian lebih tinggi dibandingkan dengan Ruko Circle K, hal ini menyebabkan death zone di Ruko Martabak Alim lebih luas dibandingkan dengan Ruko Circle K. Selain itu, pada Ruko Martabak Alim tidak memiliki celah dimana celah dapat mengganggu kemampuan ruko dalam mereduksi kebisingan, karena bunyi dapat masuk secara langsung melalui celah tersebut.

Tabel 5. Presentase (%) Reduksi Kebisingan karena Adanya Ruko Berdasarkan Kondisi di Lapangan (Ruko dengan Variabel Ketinggian Ruko)

| Ruko | Titik | | ΔI (dB) | Attenuasi (dB) | % Reduksi |
|-------------------------|--------|----------|---------|----------------|-----------|
| | Sumber | Penerima | | | |
| R.Circle K (5-9m) | 1,2 | 3 | 19,1 | 12,2 | 56,0 |
| R.Martabak Alim (9-13m) | 1,1 | 2 | 14,0 | 13,3 | 5,0 |
| | 1,2 | 3 | 21,0 | 12,7 | 65,9 |
| R.Holland (13-16m) | 1,2 | 3 | 14,1 | 11,7 | 20,6 |

Tabel 6. Presentase (%) Reduksi Kebisingan karena Adanya Ruko Berdasarkan Kondisi di Lapangan (Ruko dengan Variabel Jarak Ruko dengan Jalan)

| Ruko | Titik | | ΔI (dB) | Attenuasi (dB) | % Reduksi |
|------------------------|--------|----------|-----------------|----------------|-----------|
| | Sumber | Penerima | | | |
| R.Parahitha (0-4m) | 1,2 | 4 | 14,3 | 13,0 | 10,3 |
| R. BRI Mulyosari (4-8) | 1,1 | 2 | 17,8 | 11,9 | 48,9 |
| | 1,2 | 3 | 18,2 | 12,1 | 50,4 |
| | 1,3 | 4 | 17,5 | 12,0 | 46,3 |
| R. Melawai (8-12m) | 1,2 | 3 | 14,1 | 11,9 | 18,3 |

Pada tabel 6 menunjukkan Ruko BRI Mulyosari memiliki kemampuan reduksi yang paling tinggi diantara yang lain. Hal ini disebabkan jarak Ruko BRI Mulyosari lebih dekat ke sumber bising dibandingkan dengan Ruko Melawai, hal ini menyebabkan kebisingan yang terjadi di sumber bising akan lebih cepat tereduksi sebelum menyebar ke pemukiman dan death zone akan semakin luas dengan keadaan ini. Selain itu, Ruko BRI Mulyosari, memiliki celah yang jauh dari pemukiman, sehingga kemampuan Ruko BRI Mulyosari dalam mereduksi kebisingan dalam berlangsung dengan maksimal.

Selain dilakukan penelitian di lapangan, untuk mengetahui kemampuan ruko dalam mereduksi kebisingan digunakan rumus Fresnel. Perhitungan rumus Fresnel seperti yang dipaparkan pada tabel 7 dan 8. Dari Tabel 7 dapat disimpulkan bahwa berdasarkan teoritis Ruko Parahitha yang memiliki jarak paling pendek antara ruko dengan jalan (sumber bising), memiliki atenuasi kebisingan paling tinggi dibandingkan dengan Ruko BRI Mulyo dan Ruko Melawai. Hal ini disebabkan karena suara yang dipantulkan akan semakin banyak dibandingkan dengan ruko yang memiliki jarak antara ruko dengan jalan yang lebih panjang.

Tabel 7. Reduksi Kebisingan Akibat Adanya Ruko Berdasarkan Rumus Fresnel (Berdasarkan Variabel Jarak Ruko-Jalan)

| Ruko | Jarak Ruko - Jalan (m) | Tinggi Ruko (m) | Fresnel (dB) |
|-----------|------------------------|-----------------|--------------|
| BRI Mulyo | 6,04 | 7,5 | 17,5 |
| Melawai | 9,4 | 7,5 | 16,5 |
| Parahitha | 3,94 | 7,5 | 18,2 |

Tiga ruko lainnya yaitu Ruko Circle K, Ruko Holland dan Ruko Martabak Alim merupakan ruko yang diteliti reduksi kebisingannya berdasarkan ketinggian masing-masing ruko. Berdasarkan rumus Fresnel reduksi kebisingan yang diakibatkan ruko tuga tersebut adalah seperti yang dipaparkan di Tabel 8.

Tabel 8. Reduksi Kebisingan Akibat Adanya Ruko Berdasarkan Rumus Fresnel (Berdasarkan Variabel Ketinggian Ruko)

| Lokasi | Jarak | Tinggi | Fresnel (dB) |
|--------|-------|--------|--------------|
| | | | |

| | | | |
|---------------------|-----|-------|------|
| Ruko M.Ali m | 7,8 | 9,63 | 18,7 |
| Ruko Circle K Mulyo | 7,8 | 6,89 | 16,8 |
| Ruko Holland | 7,8 | 13,59 | 19,8 |

Dari Tabel 8. dapat disimpulkan berdasarkan Rumus Fresnel, ruko yang memiliki ketinggian paling tinggi (Ruko Holland) memiliki reduksi kebisingan yang paling besar dibandingkan dengan ruko yang memiliki ketinggian ruko lebih pendek. Hal ini disebabkan karena pada ruko yang memiliki ketinggian lebih tinggi memiliki kemampuan untuk menghalang transmisi bunyi lebih luas dibandingkan dengan ruko dengan ketinggian yang lebih pendek.

Adanya perbedaan tingkat reduksi antara kondisi di lapangan dengan rumus teoritis terjadi karena beberapa faktor. Faktor tersebut dapat dari *backgroundnoise* yang terjadi di lapangan, maupun dari faktor lainnya. Berdasarkan pengukuran di lapangan, ada perbedaan antara besar reduksi kebisingan di lapangan dan dengan menggunakan rumus Fresnel, seperti yang terlihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Perbedaan Reduksi Kebisingan Ruko (Variabel Ketinggian Ruko) dengan Kondisi di Lapangan dengan Rumus Teoritis (Fresnel)

| Ruko | Jarak Ruko-Jalan (m) | Tinggi Ruko (m) | Reduksi Kebisingan | |
|---------------|----------------------|-----------------|--------------------|--------------|
| | | | Lapangan (dB) | Fresnel (dB) |
| Parahitha | 3,94 | 7,5 | 14,3 | 18,23 |
| BRI Mulyosari | 6,04 | 7,5 | 18,2 | 17,52 |
| Melawai | 9,4 | 7,5 | 14,1 | 16,53 |

Berdasarkan Tabel 9 terlihat bahwa pada pengukuran di lapangan, Ruko BRI Mulyosari memiliki reduksi kebisingan yang paling besar dibandingkan dengan kedua ruko lainnya yaitu Ruko Parahitha dan Ruko Melawai. Reduksi kebisingan yang dimiliki Ruko BRI Mulyosari adalah 18,2 dB(A). Kelebihan Ruko BRI Mulyosari dengan ruko dua lainnya adalah pada Ruko BRI Mulyosari tidak memiliki celah yang menyebabkan bunyi dapat diteruskan secara langsung.

Pada perhitungan besar reduksi kebisingan berdasarkan rumus Fresnel, ruko yang memiliki nilai reduksi paling besar adalah Ruko Parahitha. Perbedaan ini disebabkan karena pada Ruko Parahitha memiliki dua celah dimana dua celah tercelah tersebut merupakan jalan utama dari Perumahan BPD Mulyosari dan Perumahan Mulyosari Tengah. Selain itu, dua celah tersebut menyebabkan masuknya bunyi (*direct transmission*) ke dalam perumahan. Hal ini mengakibatkan tingkat reduksi kebisingan yang disebabkan reduksi kebisingan yang seharusnya dapat dilakukan oleh Ruko Parahitha menjadi terganggu.

Perbedaan besar reduksi kebisingan yang diakibatkan dengan adanya ruko antara kondisi di lapangan dan rumus teoritis pada ruko dengan variabel ketinggian ruko dapat dilihat pada Tabel 10 .

Tabel 10. Perbedaan Reduksi Kebisingan Ruko (Variabel Jarak Ruko-Jalan)

dengan Kondisi di Lapangan dengan Rumus Teoritis (Fresnel)

| Ruko | Jarak Ruko-Jalan (m) | Tinggi Ruko (m) | Reduksi Kebisingan | |
|---------------|----------------------|-----------------|--------------------|--------------|
| | | | Lapangan (dB) | Fresnel (dB) |
| Circle K | 6,89 | 6,89 | 19,1 | 16,8 |
| Martabak Alim | 9,63 | 6,89 | 21,0 | 18,7 |
| Holland | 13,59 | 6,89 | 14,1 | 19,8 |

Pada Ruko Circle K terlihat bahwa reduksi di lapangan melebihi dari perhitungan berdasarkan rumus Fresnel. Kondisi yang tidak terlalu banyak aktivitas yang beragam di belakang Ruko Circle K dan kondisi di aktivitas transportasi yang cukup padat di depan Ruko Circle K menyebabkan ΔI yang cukup besar. Pada malam hari ketika volume kendaraan yang melintas di depan Ruko Circle K sudah tidak sepadat pada siang hari dengan kondisi pemukiman belakang Ruko Circle K yang tidak jauh berbeda pada siang hari menyebabkan penurunan ΔI sehingga ΔI pada malam hari di bawah nilai dari reduksi kebisingan berdasarkan rumus Fresnel.

Pada Ruko Martabak Alim terjadi penurunan kebisingan yang cukup signifikan. Hal ini disebabkan celah yang ada pada Ruko Martabak Alim hanya ada satu celah. Sehingga menyebabkan besarnya reduksi kebisingan yang mampu dilakukan oleh Ruko Martabak Alim melebihi dari reduksi kebisingan berdasarkan rumus Fresnel.

Kondisi yang dialami oleh Ruko Martabak Alim yang memiliki hanya satu celah, berbeda dengan kondisi yang dialami oleh ruko Holland yang memiliki 2 celah dimana menyebabkan reduksi kebisingan dari ruko Holland sangat kecil (di bawah dari perhitungan reduksi kebisingan berdasarkan Fresnel). Celah di kedua sisi Ruko Holland sangat mempengaruhi kemampuan dari Ruko Holland untuk mereduksi kebisingan, karena bunyi yang diakibatkan dari aktivitas transportasi Jalan Raya Mulyosari masuk melalui celah dan menambah kebisingan yang terjadi di belakang Ruko Holland. Selain

karena adanya celah, Ruko Holland memiliki panjang ruko yang paling pendek diantara Ruko dua lainnya, yaitu Ruko Circle K dan Ruko Martabak Alim.

Berdasarkan Tabel 10 diketahui bahwa diantara ketiga ruko lainnya (yaitu Ruko Circle K, Ruko Martabak Alim dan Ruko Holland), Ruko yang paling efektif dalam mereduksi kebisingan adalah ruko Martabak Alim. Hal ini karena tinggi Ruko Martabak Alim yang tidak sependek ruko Circle K, sehingga dapat mengganggu transmisi bunyi dari aktivitas transportasi yang terjadi di depan ruko (Jalan Raya Mulyosari) lebih jauh jangkauannya. Kelebihan lainnya adalah karena Ruko Martabak Alim hanya memiliki satu celah, sehingga bunyi yang dirambatan langsung (*direct*) lebih sedikit dibandingkan dengan Ruko Holland yang memiliki dua celah dikedua sisi Ruko Holland.

Selain titik yang berada di belakang ruko, ruko yang memiliki celah diambil titik sampling yang mewakili kondisi di celah tersebut. Hal ini bertujuan untuk melihat pengurangan bising apabila ditinjau dari jarak (tanpa adanya pengaruh *barrier*). Pengurangan kebisingan (attenuasi) yang disebabkan oleh jarak, dihitung dengan menggunakan rumus teoritis dan pengukuran di lapangan. Terjadi perbedaan yang sangat signifikan antara hasil attenuasi kebisingan berdasarkan pengukuran di lapangan dan perhitungan teoritis, seperti yang terlihat pada Tabel 11. Kondisi celah di samping Ruko Parahitha yaitu di titik 3 (titik belakang pemukiman) dan titik 6 memiliki kondisi yang tidak jauh berbeda attenuasinya. Perbedaan terlihat pada malam hari karena aktivitas pada celah titik 6 lebih ramai di bandingkan dengan di titik 3. Penyebab dari perbedaan attenuasi karena jarak antara rumus teoritis dengan kondisi di lapangan adalah pada rumus teoritis tidak diperhatikan tambahan-tambahan bunyi dari sumber lain selain sumber bunyi (aktivitas transportasi di Jalan Raya Mulyosari), sedangkan pada kenyatannya di celah titik 2 maupun titik 6 terjadi berbagai aktivitas seperti keluar-

masuknya kendaraan dari dan ke Perumahan Mulyosari BPD dan aktivitas dari para penjual keliling. Hal ini yang menyebabkan perbedaan yang sangat signifikan antara rumus teoritis dengan kondisi di lapangan.

Perbedaan antara hasil attenuasi yang terjadi di lapangan dengan perhitungan yang dihitung secara teoritis dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 11 Perbandingan Besar Attenuasi (Variabel Ruko Jarak Ruko-Jalan) Bunyi karena Jarak Antara Kondisi di Lapangan dengan Rumus Teoritis

| Ruko | Titik | | Reduksi Kebisingan | |
|-------------|--------|----------|--------------------|---------------|
| | Sumber | Penerima | di Lapangan (dB) | Teoritis (dB) |
| R.Parahitha | 1,1 | 3 | 6,5 | 12,9 |
| (0 - 4 m) | 1,3 | 6 | 2,9 | 12,6 |
| R.Melawai | 1,1 | 2 | 8,4 | 12,0 |
| (8 - 12 m) | 1,3 | 4 | 10,9 | 10,9 |

Tabel 12 Perbandingan Besar Attenuasi Ruko (Variabel Ketinggian Ruko) Bunyi karena Jarak Antara Kondisi di Lapangan dengan Rumus Teoritis

| Ruko | Titik | | Reduksi Kebisingan | |
|-----------------|--------|----------|--------------------|---------------|
| | Sumber | Penerima | di Lapangan (dB) | Teoritis (dB) |
| R.Circle K | 1 | 2 | 13,2 | 12,4 |
| (5 - 9 m) | 1 | 4 | 9,5 | 13,0 |
| R.Martabak Alim | 1 | 4 | 8,5 | 13,0 |
| (9 - 13 m) | | | | |
| R.Holland | 1 | 2 | 11,8 | 11,9 |
| (13 - 16 m) | 1 | 4 | 4,4 | 11,9 |

Pada celah yang ada di Ruko Circle K (lihat titik 2 Tabel 12) terlihat jelas bahwa perbedaan attenuasi bunyi karena jarak di lapangan dan secara teoritis tidak begitu berbeda. Hal ini disebabkan karena kondisi jalan di daerah tersebut tidak begitu ramai dan juga celah disini termasuk lebar sehingga saat mobil bersimpangan jalan, memungkinkan untuk tetap berjalan tanpa harus berhenti. Berbeda dengan celah di Ruko Circle K (lihat titi 4 Tabel 12), dimana perbedaan attenuasi cukup banyak. Hal

ini dikarenakan lebar celah yang tidak selebar celah pada titik 2 dan kondisi jalan yang berlubang sehingga membuat banyak kendaraan yang harus mengurangi kecepatannya kemudian jalan seperti biasa lagi. Pada Ruko Martabak Alim yang memiliki attenuasi di lapangan lebih kecil jika dibandingkan dengan attenuasi secara perhitungan rumus teoritis . Hal ini disebabkan karena, pada celah di Ruko Martabak Alim kondisinya sangat ramai dan banyak pedagang yang berada di sekitar daerah tersebut sehingga menyebabkan kebisingan yang terjadi di daerah tersebut menjadi meningkat.

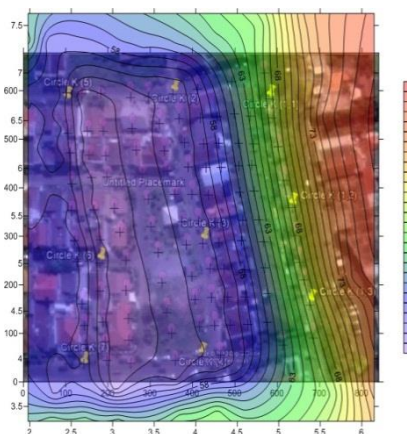
Pada celah yang terdapat di Ruko Holland yaitu titik 2 dan 4, terjadi attenuasi yang berbeda secara signifikan. Pada titik 4 lebar celahnya adalah 21,59 m (hasil pengukuran *google earth*) dan pada titik 2 memiliki lebar celah yang hanya 3,26 m (hasil pengukuran *google earth*). Pada celah yang lebar, bunyi akan diteruskan secara langsung lebih banyak. Pada titik 4 juga merupakan akses masuk dari salah satu gang yang ada di Perumahan Prima Mas (perumahan di belakang Ruko Holland). Pada titik 2 di Ruko Holland, terlihat attenuasinya sangat besar (hampir sama dengan teoritis). Hal ini didukung oleh adanya kedua ruko yang mengapit celah tersebut sehingga bunyi yang diteruskan secara langsung dari aktivitas kendaraan di Jalan Raya Mulyosari hanya sedikit. Selain itu, di titik 2 kondisinya sangat sepi, hanya sesekali kendaraan yang melintas.

Pola penurunan kebisingan yang terjadi pada setiap ruko memiliki perbedaan. Selain perbedaan pola penurunan setiap ruko, pola penurunan yang terjadi di lapangan dan perhitungsn teoritis. Pada pola penurubab kebisingan yang terjadi di lapangan, hasil sampling (data primer)

dimasukab dalam program surfer, sedangkan pada hasil perhitungan data yang dimaksudkan tidak seluruhnya menggunakan data primer. Pada pola penurunan kebisingan berdasarkan teoritis, titik di depan ruko menggunakan data primer sedangkan pada titik di belakang ruko menggunakan perhitungan reduksi kebisingan dengan menggunakan rumus Fresnel (persamaan 6 sampai 10).

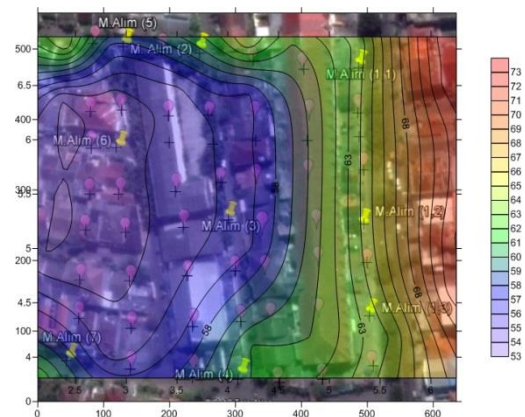
Pola penurunan kebisingan yang terjadi pada setiap ruko memiliki perbedaan. Pada Ruko Circle K (lihat Gambar 2 dan Gambar 9) terlihat intensitas bunyi pada sumber bising (di Jalan Raya Mulyosari) adalah antara rentang 75,3 - 73,3 dB(A) yaitu pada zona yang berwarna merah.

Dikedua sisi Ruko Circle K yaitu pada kedua celah, terlihat kebisingan menurun walaupun tidak terjadi secara signifikan yaitu 60,1 dB(A) pada titik 1 dan 64,3 dB(A) pada titik 3. Penurunan signifikan terjadi di belakang ruko yaitu di titik 3 dengan kebisingan 56,2 dB(A). Titik 3 merupakan *death zone* dimana kebisingan yang diakibatkan dari aktivitas transportasi di Jalan Raya Mulyosari tidak terdengar terlihat pada Gambar 2 yaitu pada zona berwarna biru



Gambar 2 Pola Penurunan Kebisingan Akibat Adanya Ruko Circle K

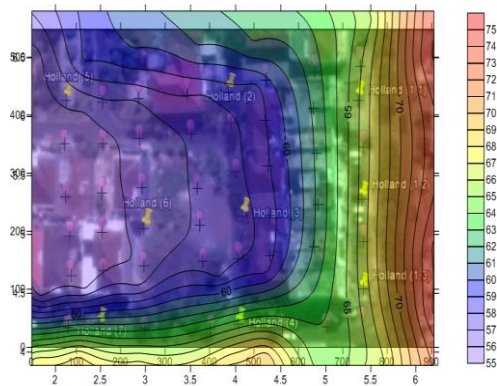
Pada Ruko Martabak Alim, terlihat pada sumber kebisingan terjadi kebisingan berkisar bekisar antara 74,9 dB(A) hingga 75,4 dB(A). Hal ini terlihat pada zona merah pada Gambar 5.10 dan 5.11. Pola penurunan pada Ruko Martabak Alim terlihat penurunan tingkat kebisingan pada titik 2, 3 dan 4. Reduksi kebisingan yang terjadi pada titik 2 tidak terjadi secara signifikan (zona hijau pada Gambar 3), karena pada titik 4 merupakan celah dimana merupakan akses lalu lintas yang keluar masuk Perumahan Suterejo. Pada titik 3 besar reduksi jauh lebih besar (zona biru pada Gambar 3 dan Gambar 4) dibandingkan dengan titik 2. Hal ini disebabkan karena pada titik 2 terdapat aktivitas para penjual keliling yang *stay* di depan sekolah.



Gambar 3 Pola Penurunan Kebisingan Akibat Adanya Ruko Martabak Alim

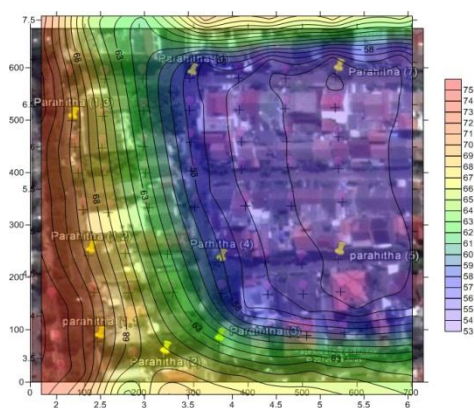
Pada Ruko Holland terjadi kebisingan bekisar 72,8 dB(A) hingga 74,2 dB(A) yang terjadi di sumber bising, terlihat di Gambar 4 yang berwarna merah. Kebisingan menurun secara perlahan pada titik 4 (zona hijau pada Gambar 4). Kebisingan yang menurun pada titik 4 disebabkan adanya attenuasi bunyi karena pada jarak. Pengaruh ruko dalam mereduksi kebisingan terlihat pada titik 2 dan 3 dimana terlihat kebisingan menurun secara signifikan yang

ditunjukkan dengan warna biru pada Gambar 4.



Gambar 4 Pola Penurunan Kebisingan Akibat Adanya Ruko Holland

Pola penurunan kebisingan untuk ruko dengan variabel Jarak Ruko -Jalan, berbeda untuk masing-masing ruko. Pada ruko Parahitha, titik 4 memiliki reduksi kebisingan yang paling besar dibandingkan dengan titik lainnya. Hal ini terjadi karena titik 4 terhalang oleh ruko yang berperan sebagai *barrier*, terlihat pada zona hijau pada Gambar 5.

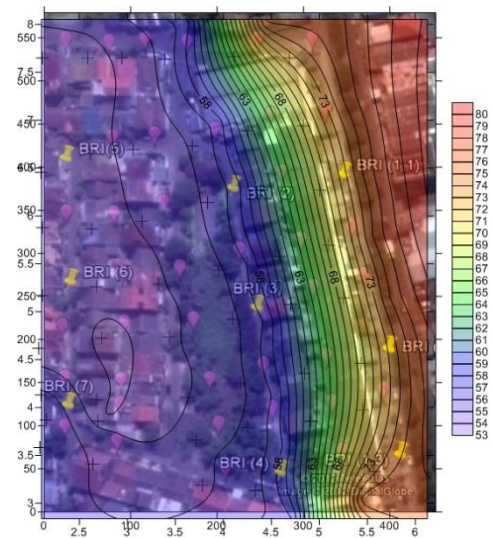


Gambar 5. Pola Penurunan Kebisingan Akibat Adanya Ruko Parahitha

Pada titik 3 dan 6 reduksi kebisingan tidak sebesar pada titik 4 dan 6 karena pada titik ini selain merupakan celah dimana merupakan akses utama Perumahan BPD

Mulyosari, pada titik ini tidak terhalang oleh ruko sehingga bunyi dapat langsung masuk melalui celah tersebut. Kondisi ini terlihat pada zona hijau Gambar 5.

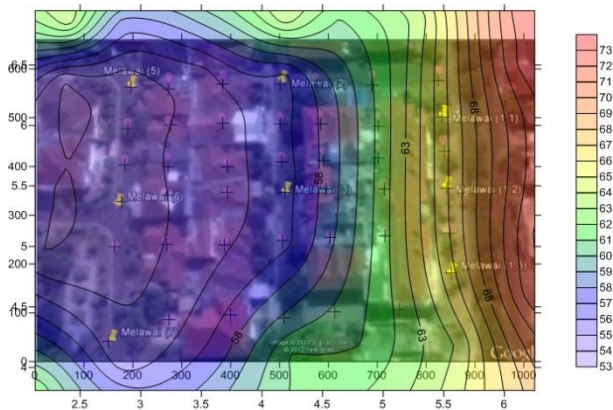
Ruko BRI Mulyosari merupakan satu-satunya ruko yang tidak memiliki celah pada penelitian ini. Hal ini terlihat penurunan kebisingan yang signifikan antara titik sampling yang di depan ruko dengan yang berada di belakang ruko. Pada titik di depan ruko tercatat kebisingan yang terjadi yaitu antara 75,3 dB(A) hingga 75,5 dB(A), terlihat pada Gambar 6. Pada titik di belakang ruko terjadi penurunan kebisingan yang sangat signifikan antara 57,1 dB(A) sampai 61,0 dB(A). Hal ini terlihat disepanjang titik di belakang ruko merupakan zona biru.



Gambar 6 Pola Penurunan Kebisingan Akibat Adanya Ruko BRI Mulyosari

Pola penurunan yang terlihat pada Ruko Melawai dapat dilihat pada Gambar 7. Kebisingan yang terjadi di sumber bising terlihat pada zona berwarna merah pada Gambar 7 yaitu 71,1 dB(A) hingga 72,3 dB(A). Ruko Melawai memiliki dua celah yaitu pada titik 2 dan titik 4. Celah ini mengakibatkan bunyi dapat di

teruskan secara langsung sehingga pada titik ini terlihat reduksi kebisingan yang tidak signifikan seperti di titik 3 (zona hijau pada Gambar 7).



Gambar 7 Pola Penurunan Kebisingan Akibat Adanya Ruko Melawai

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pola penurunan kebisingan yang dihasilkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut berdasarkan variabel ketinggian ruko pola penurunan kebisingan berdasarkan variabel ketinggian ruko yaitu Ruko Circle K (5 - 9 meter) mencapai 56,0%, Ruko Martabak Alim (9 - 13 meter) mencapai 65,9% dan 20,6%. Berdasarkan variabel jarak antara ruko-jalan pola penurunan kebisingan berdasarkan variabel jarak ruko-jalan yaitu Ruko Parahitha (0 - 4 meter) mencapai 10,3%, Ruko BRI Mulyosari mencapai 50,4% dan Ruko Melawai mencapai 18,3%.
2. Ruko yang memiliki efisiensi reduksi kebisingan berdasarkan variabel tinggi adalah Ruko Martabak Alim (9-13 meter), sedangkan berdasarkan variabel jarak antara ruko-jalan yaitu Ruko BRI Mulyosari (4 - 8 meter).

Saran dari penelitian ini adalah:

1. Pengendalian bising yang paling dianjurkan adalah pengendalian bising di sumber bising tersebut, sehingga untuk menekan kebisingan di jalan raya, disarankan untuk menekan kebutuhan akan kendaraan pribadi dan lebih dianjurkan untuk kendaraan umum. Bagi pemerintah kota disarankan untuk membangun sarana transportasi umum yang layak dan terintegralistik sebelum kebisingan menjadi sebuah bencana.
2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan:
 - Penelitian dilakukan skala laboratorium. Hal ini bertujuan untuk menghindari adanya aspek-aspek yang akan menambah kebisingan yang terjadi di belakang ruko dan menyebabkan efisiensi ruko sebagai barrier kurang terlihat.
 - Pemilihan ruko sebaiknya memperhatikan celah yang ada di kedua sisi ruko dan bentuk atap ruko.
 - Pemilihan ruko sebaiknya yang bagian belakang ruko tidak menempel dengan rumah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1996. *Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 48 Tahun 1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia.
- Bies, D. A. dan Hansen, C. H. 2009. *Engineering Noise Control*. New York: Spon Press.
- Fahy, Franky. 2005. *Foundations of Engineering Acoustics*. London: Elsevier Academic Press
- Hart, C.R. 2010. *Active Noise Control with Linear Control Source and Sensor Arrays for A Noise Barrier*. Elsevier
- Ishizuka, Tkashi. 2004. *Performance of Noise Barriers with Various Edge Shapes and Acoustical Conditions*. Elsevier

- Li, K.M. 2008. *Absorbent Parallel Noise Barriers in Urban Enviroments*. Elsevier
- Menounou, Penelope. 2008. *Shadowing of Directional Noise Sources by Finite Noise Barrier*. Elsevier
- Naish, Daniel. 2010. *A Method of Developing Regional Road Traffic Noise Management Strategies*. Elsevier
- Prasetio, Lea. 2003. *Akustik*. Surabaya: FMIPA-ITS
- Raichel, D. R. 2006. *The Science and Applications of Acoustics*. New York: Springer.
- Saarinen, A. 2002. *Reduction of External Noise by Building Facades*. Elsevier
- Suma,mur, P.K. 1984. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja, Cetakan ke VII*. Jakarta: PT. Gunung Agung
- Tambunan, S. 2005. *Kebisingan Di Tempat Kerja*. Yogyakarta: Andi
- Pathak, Vinita. 2008. *Dynamic of Traffic Noise in a Tropical City Varanasi and its abatement through vegetation*. Springer
- Poddalah, S. A. 2011. *Pemetaan Tingkat Kebisingan Akibat Aktivitas Transportasi di Jl. Raya Mulyosari, Kota Surabaya*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS.
- Wastavino,L.A. 2007. *Modeling Traffic on Crossroad*. Elsevier
- Wong, N. H. 2010. *Acoustics Evaluation of Vertical Greenery System for Building Walls*. Elsevier