

DESAIN PEMBUATAN BARRIER GUNA MENGURANGI KEBISINGAN KERETA API AKIBAT DOUBLE DOUBLE TRACK JALUR KERETA API DI AREA PEMUKIMAN LINTAS MANGGARAI - BEKASI

Oleh :

Eka Arista, S.SiT, M.Sc, email : eka@sttd.ac.id
Rianto Rili P, ST, M.Sc, email : rianto@sttd.ac.id

ABSTRAK

Salah satu upaya untuk mengurangi tingkat kebisingan adalah dengan perencanaan kota. Akan tetapi di kota-kota besar hal ini seringkali tidak tercapai akibat pertumbuhan populasi dan tidak tersedianya lahan yang seimbang. Sehingga rumah dan bangunan harus dibangun secara berdekatan dan bahkan berdempetan dengan rel kereta api. Seluruh kereta api jarak jauh ke arah Timur (Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur dan Daerah Istimewa Yogyakarta), baik kereta api kelas ekonomi, bisnis maupun eksekutif yang berangkat dari Stasiun Jakarta Kota, Stasiun Pasar Senen dan Stasiun Gambir akan melewati Stasiun Bekasi sampai dengan Stasiun Cirebon. Dari data jumlah perjalanan kereta api menurut Grafik Perjalanan Kereta Api (Gapeka) 2015, terdapat kurang lebih 122 perjalanan setiap harinya. Aktivitas kereta api dengan frekuensi perjalanan cukup sering sepanjang hari dapat menimbulkan eksternalitas positif dan negatif. Eksternalitas positif yang dirasakan masyarakat yang bermukim dekat dengan kereta api antara lain, penghematan biaya transportasi dan kemudahan serta kecepatan akses. Eksternalitas negatifnya, yaitu polusi kebisingan, keamanan, dan resiko kriminalitas berupa lemparan batu. Kebisingan merupakan salah satu parameter untuk mengukur kualitas lingkungan..

Kata kunci : kebisingan, Barrier, kereta api

ABSTRACT

One effort to reduce the noise level is by city planning. However, in big cities this is often not achieved due to population growth and unavailability of equitable land. So that houses and buildings must be built adjacent and even adjacent to the railroad tracks. All the long-distance trains to the East (West Java, Central Java, East Java and Yogyakarta Special Region), both economy class trains, business and executive departing from Jakarta Kota Station, Pasar Senen Station and Gambir Station will pass Bekasi Station until with Cirebon Station. From the total number of train travel according to the Railway Travel Chart (Gapeka) 2015, there are approximately 122 trips per day. Train activity with frequent travel frequencies throughout the day can lead to positive and negative externalities. Positive externalities perceived by people living close to railways, among others, saving transportation costs and the ease and speed of access. Negative externality, ie noise pollution, security, and the risk of criminality in the form of a stone throw. Noise is one of the parameters to measure environmental quality..

Keyword : noise, barrier, trains

1. PENDAHULUAN

Aktivitas kereta api dengan frekuensi perjalanan cukup sering sepanjang hari dapat menimbulkan eksternalitas positif dan

negatif. Eksternalitas positif yang dirasakan masyarakat yang bermukim dekat dengan kereta api antara lain, penghematan biaya transportasi dan kemudahan serta kecepatan akses. Eksternalitas negatifnya, yaitu polusi

kebisingan, keamanan, dan resiko kriminalitas berupa lemparan batu. Kebisingan merupakan salah satu parameter untuk mengukur kualitas lingkungan. Tabel 1 menunjukkan bahwa kebisingan merupakan bahan pencemar yang memiliki dampak atas pencemarannya tersebut. Kereta api merupakan salah satu sumber pencemaran.

Tabel 1 Bahan pencemar, sumber dan dampak pencemaran udara

Bahan Pencemar	Sumber Pencemar	Dampak Pencemaran
Kebisingan	kendaraan bermotor, pesawat terbang, kereta api, industri, bahan peledak, pekerjaan kontruksi	menyebabkan kejengkelan, mengganggu kegiatan kerja dan kenyamanan, menyebabkan gangguan syaraf dan pendengaran

Sumber : Manik (2003) dalam Rahayu (2013)

Berdasarkan Tabel 1, kebisingan merupakan salah satu bahan pencemaran. Kebisingan juga akan menyebabkan kejengkelan, mengganggu kegiatan kerja, kenyamanan, mengganggu syaraf dan pendengaran. Sumber pencemaran dari kebisingan, seperti kendaraan bermotor, pesawat terbang, kereta api, industri, bahan peledak, dan pekerjaan kontruksi.

Dengan kondisi saat ini jarak track dengan pemukiman yang sudah dekat tingkat kebisingan yang ditimbulkan oleh KRL sebesar 65 dB, Maka untuk mengurangi tingkat kebisingan atau dampak eksternalitas negatif perlu dirancang penggunaan *Barrier* sebagai penghalang jalur kereta api dengan penerima kebisingan.

Tujuan mendesain *barrier* ini adalah guna memberikan rekomendasi kriteria pemukiman yang tepat yang lokasinya berada di tepi jalur kereta api yang padat ditinjau dari segi letak dan posisi pemukiman terhadap *barrier* sehubungan

dengan kebisingan yang ditimbulkan oleh kepadatan jalur kereta api tersebut berdasarkan data-data yang diolah sebelumnya.

Dengan kata lain, penyesuaian jarak antara pemukiman dengan *barrier* harus diperhatikan agar mendapatkan tingkat redaman bising yang baik.

Berdasarkan uraian di atas, maka dirumuskan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini, yaitu:

- Apakah tingkat kebisingan area pemukiman di jalur kereta api lintas Manggarai – Bekasi dalam batas ambang Kementerian Lingkungan Hidup?
- Bagaimana mendesain *barrier* di sebuah pemukiman sesuai dengan kondisi pemukiman yang digunakan sebagai penghalang kebisingan?
- Rekomendasi desain *barrier* yang seperti apa terhadap pemukiman yang berada di pinggir jalur kereta api?

Tujuan dari penelitian ini adalah: Mengetahui tingkat kebisingan yang ditimbulkan oleh kereta api. Menentukan upaya mengurangi tingkat kebisingan kereta api di kawasan permukiman. Merancang dimensi minimal yang sesuai untuk *barrier* sebagai penghalang kebisingan yang ditimbulkan kereta api. Mengusulkan suatu rekomendasi pemukiman yang sesuai dengan kondisi kebisingan di jalur kereta api.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Kebisingan

Bising merupakan sumber bunyi yang sifatnya mengganggu indera pendengaran manusia. Tingkat kebisingan adalah ukuran derajat tinggi rendahnya kebisingan yang dinyatakan dalam satuan desibel (dB). dBA adalah satuan tingkat kebisingan dalam kelas A, yaitu kelas yang sesuai dengan respon manusia normal.

Baku tingkat kebisingan berdasarkan

peruntukan kawasan/lingkungan kegiatan sebagaimana diatur Kementerian Lingkungan Hidup dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2 Baku Tingkat Kebisingan

Peruntukan Kawasan / Lingkungan Kegiatan	Tingkat Kebisingan DB (A)
a Peruntukan kawasan	
1 Perumahan dan Pemukiman	55
2 Perdagangan dan Jasa	70
3 Perkantoran dan Perdagangan	65
4 Ruang Terbuka Hijau	50
5 Industri	70
6 Pemerintahan dan Fasilitas Umum	60
7 Rekreasi	70
8 Khusus:	
- Bandar Udara *)	
- Stasiun Kereta Api *)	
- Pelabuhan Laut	70
- Cagar Budaya	60
b Lingkungan Kegiatan	
1 Rumah Sakit atau sejenisnya	55
2 Sekolah atau sejenisnya	55
3 Tempat Ibadah atau sejenisnya	55

Sumber: Kepmen LH No. 48 Tahun 1996

2.2 Noise Barrier

Noise barrier merupakan metode yang paling efektif untuk mengurangi tingkat kebisingan yang ditimbulkan oleh mesin kendaraan (seperti di jalan raya, di jalan rel, dan di bandar udara) dan sumber kebisingan industri tanpa penghentian aktivitas penggunaan kontrol sumber.

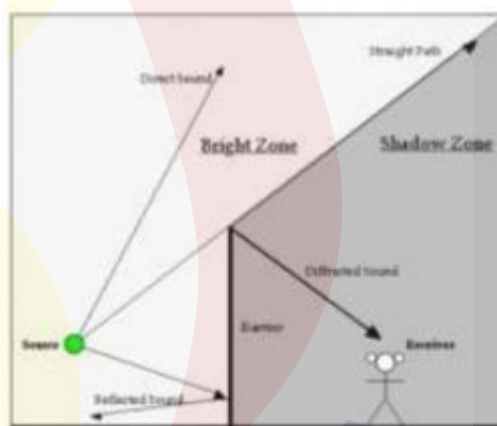
Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam perencanaan penghalang bising buatan diantaranya adalah:

Posisi/Perletakan

Posisi yang dimaksud adalah jarak penghalang dengan bangunan. Pada tempat yang lapang, jarak bisa dengan mudah diatur. Namun ketika dihadapkan dengan lahan yang sempit diperlukan pagar keliling depan bangunan yang menghadap jalan raya untuk mengurangi tingkat kebisingan. Perletakan posisi pintu gerbang sebaiknya menghadap bagian bangunan yang kosong, atau lapang, dan tidak memerlukan ketenangan yang lebih dari ruangan lain.

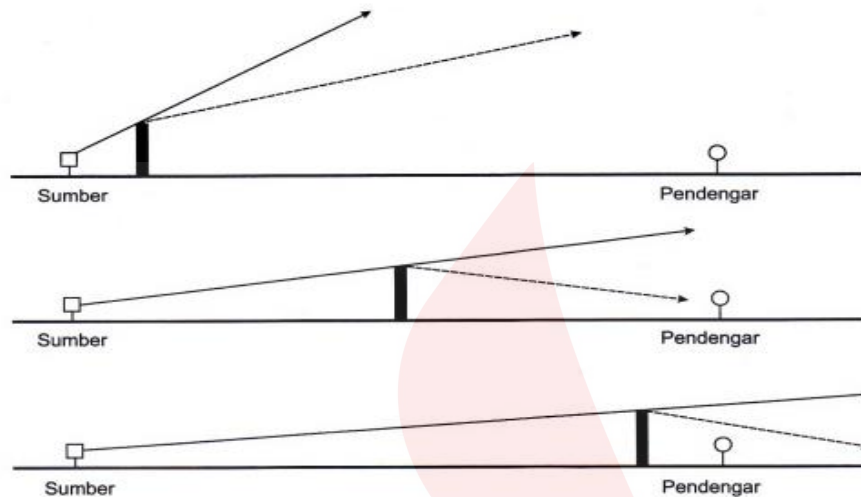
Dimensi

Dimensi yang dimaksud disini mempunyai dua unsur, yaitu ketebalan dan ketinggian. Pada kondisi dimana bangunan sejajar dengan ketinggian jalan, maka jarak antara bangunan dan penghalang buatan lebih gampang diatur. Namun ketika bangunan lebih tinggi konturnya daripada jalan, maka ketinggian penghalang menjadi faktor yang utama.



Gambar 1 Ilustrasi Penghalang Bising

Gelombang bunyi bisa berdefraksi ketika melewati penghalang. Jadi untuk mendapatkan barrier yang maksimal, barrier sebaiknya lebih tinggi daripada dinding bangunan terdekat. Selain itu bisa diakali dengan memberikan ruang lapang di belakang barrier sehingga defraksi bunyi jatuh ke ruang lapang tersebut, tidak langsung menabrak dinding bangunan.



Gambar 2 Beberapa Posisi Perletakan Barrier Antara Sumber Bunyi Dengan Pendengar

Estetika

Faktor estetika dalam analisis *barrier* tidak begitu diperhatikan. Namun secara arsitektural menjadi sangat penting, karena biasanya posisi barrier ada di bagian depan bangunan..

Material

Bunyi dapat menembus celah-celah yang sangat kecil sekalipun sehingga penggunaan penghalang yang kokoh, rigid, dan permanen sangat disarankan. Jenis peredam kebisingan yang sering digunakan terdapat 2 macam, yaitu peredam kebisingan alami (*Natural Noise Barrier*) dan peredam kebisingan buatan (*Artificial Noise Barrier*). Peredam kebisingan alami adalah penghalang kebisingan yang tersusun atas tanaman-tanaman.

Tabel 3 Kerapatan Material Barrier

Material	Surface Density	
	Tebal (Lb/ft ² /in)	Tebal (Kg/m ² /cm)
Brick	10-12	19-23
Cinder concrete	8	15
Dense concrete	12	23
Wood	2-4	4-8
Common glass	15	29
Lead sheets	65	125
Gypsum	5	10

2.3 Frekuensi

Ketika sumber bunyi bergetar maka akan menimbulkan getaran yang terjadi tiap detiknya. Itulah yang disebut frekuensi. Frekuensi mempunyai satuan Hertz (Hz). Indera pendengaran manusia umumnya dapat mendengar bunyi pada jarak 20Hz sebagai batas frekuensi terendah yang dapat didengar dan frekuensi tertinggi yang dapat dijangkau oleh indera pendengaran manusia adalah sebesar 20kHz.

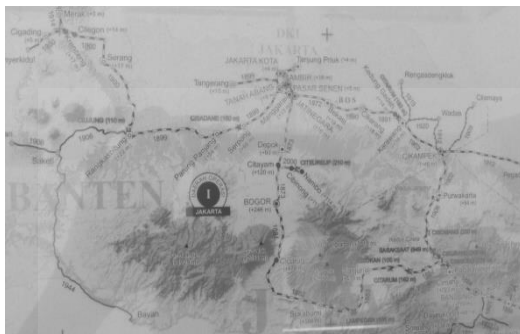
Frekuensi sangat berkaitan erat dengan indera pendengaran manusia karena memiliki tingkat respon yang berbeda-beda untuk dapat menangkap frekuensi tertentu. Demikian pula halnya dengan bahan – bahan akustik yang memperoleh perlakuan yang berbeda-beda tergantung kegunaan bahan- bahan tersebut. Biasanya digunakan untuk teknik- teknik perancangan pengendalian bunyi

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dalam penelitian ini adalah di lintas Manggarai-Bekasi yang merupakan lintas yang dilewati oleh kereta komuter maupun kereta jarak jauh/menengah yang menuju ke daerah Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur dan D.I Yogyakarta. Terdapat 9 stasiun pada lintas

Manggarai – Bekasi dengan panjang lintas kurang lebih 17.454 km.



Gambar 3 Peta Jalur Kereta Api Jabodetabek (Daop I)

Stasiun Manggarai adalah salah satu stasiun yang paling padat karena merupakan stasiun transit Kereta Rel Listrik (KRL) *Commuter Line* Jabodetabek. Stasiun ini dilewati oleh KRL lintas Jakarta Kota – Bekasi; Jakarta Kota – Bogor; dan Bogor – Jatinegara.

Dari 9 stasiun tersebut, KRL lintas Jakarta Kota- Bekasi hanya tidak berhenti untuk melayani naik turun penumpang di Stasiun Cipinang. Jumlah penumpang per hari di Stasiun Manggarai meningkat dari tahun ke tahun. Pada akhir tahun 2016, jumlah penumpang rata-rata per hari mencapai angka 65.000 – 70.000 penumpang.

3.2. Teknik Analisa Data

Analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan metode deskriptif, yaitu menjabarkan dan membahas hasil survei yang ditampilkan dalam bentuk tabel, chart dan lain-lain.

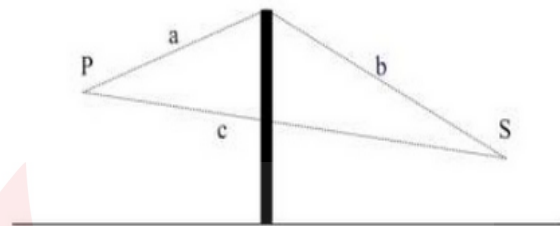
Untuk menentukan besarnya nilai pengurangan bunyi oleh penghalang Maekawa menggunakan hubungan:

$$B = 10 \log (3 + 40 \delta/\lambda)$$

Dengan B adalah beda tingkat kebisingan di penerima sebelum dan setelah adanya penghalang

$$\delta = a + b + c$$

$$\lambda = \text{panjang gelombang bunyi}$$



Gambar 4 Penghalang Akustik diantara Sumber Bunyi (S) dan Penerima (P)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengukuran tingkat kebisingan yang ditimbulkan oleh kebisingan kereta api di 5 titik di daerah penerima sebelum mendesain *barrier*, yaitu dengan jarak 10 m, 20 m, 30 m, 40 m dan 50 m maka didapatkan nilai keseluruhan tingkat tekanan bunyi dan nilai redaman bising berdasarkan metode Maekawa tiap-tiap titik. Berikut akan disajikan data-data berupa nilai tingkat tekanan bunyi maksimal sebelum didesain *barrier* di tiap-tiap titik pengambilan data.

Tabel 4. Data Kebisingan Tanpa *Barrier*

Jarak (m)	TTBmax (dBA)
10	102,7
20	101,3
30	99,8
40	98,3
50	91,8

Selama pengukuran diperoleh tingkat kebisingan tertinggi yaitu pada jarak 10 m ketika posisi kereta api tepat lurus dengan alat ukur yaitu sebesar 102,7 dBA.

Analisis Metode Maekawa

Pengendalian kebisingan dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti pada instalasi. *Noise reduction* (NR) didefinisikan sebagai pengurangan bunyi, diukur dalam dB. Pengurangan kebisingan (NR) oleh penghalang *barrier* dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$NR = 20 \log ((2 \square N)^{0.5} / \tan (2 \square N)^{0.5}) + 5 \text{ dB}$$

Dimana:

NR : Pengurangan kebisingan
 N : $0,006f(A+B-d)(dB)$
 A+B : Jarak terdekat melewati penghalang (m)
 D : Jarak lurus antara sumber bunyi dan penerima bunyi

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental dimana tinggi barrier yang direncanakan dalam penelitian ini adalah 4 meter. Dengan tinggi barrier yang direncanakan 4 m dari permukaan tanah, maka :

tinggi sumber : 3 m
 tinggi penerima : 1 m
 tinggi *barrier* : 4 m
 jarak rel ke *barrier* : 4 m

Noise Reduction (NR)

Pengendalian kebisingan dilakukan untuk mereduksi tingkat kebisingan itu sendiri. *Noise reduction* didefinisikan sebagai pengurangan kekuatan bunyi, diukur dalam dB. Nilai frekuensi yang dipakai dalam perhitungan ini adalah dari 125 Hz – 2000 Hz, dikarenakan frekuensi yang bisa didengar oleh manusia adalah dengan rentang nilai 125 Hz – 2000 Hz.

Tabel 5 Tabel Nilai N

Jarak (m)	125 Hz	200 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
10	1,28	2,05	5,12	10,25	20,50
20	0,96	1,53	3,84	7,67	15,35
30	0,88	1,41	3,52	7,04	14,07
40	0,84	1,35	3,37	6,75	13,50
50	0,82	1,32	3,29	6,59	13,17

Tabel 5 menunjukkan nilai N yaitu nilai koefisien yang mempengaruhi nilai *Noise Reduction*. Semakin jauh jarak penerima dan semakin kecil frekuensi dari sumber maka nilai koefisien yang diperoleh semakin kecil.

Tabel 6 Tabel Nilai NR.

Jarak (m)	125 Hz	200 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
10	22,16	21,89	20,70	18,05	3,16
20	22,27	22,07	21,23	19,51	13,80
30	22,30	22,12	21,35	19,83	15,11
40	22,31	22,14	21,41	19,97	15,64
50	22,31	22,15	21,44	20,04	15,92

Dari tabel 6 dapat diketahui bahwa nilai dari *Noise reduction* dipengaruhi oleh jarak dan frekuensi tingkat kebisingan, semakin jauh jarak penerima dengan sumber dan semakin kecil frekuensi, maka nilai *Noise Reduction* semakin besar.

Dari hasil perhitungan nilai *Noise Reduction*, dapat diketahui nilai pengurangan kebisingan dengan menggunakan metode Maekawa terhadap nilai tingkat kebisingan awal. Maka dengan posisi *barrier* dengan jarak rencana 4 meter dari sumber dan jarak penerima dari *barrier* 50 meter, maka pengurangan tingkat kebisingan yang didapat adalah 22,31 dBA.

Tabel 7 Nilai TTb – NR

Jarak (m)	125 Hz	200 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
10	80,54	80,81	82,00	84,65	99,54
20	79,03	79,23	80,07	81,79	87,50
30	77,50	77,68	78,45	79,97	84,69
40	75,99	76,16	76,89	78,33	82,66
50	69,49	69,65	70,36	71,76	75,88

Dari Tabel 7 diketahui bahwa terdapat penurunan tingkat kebisingan dengan adanya rancangan *barrier* dengan tinggi 4 meter dan setelah dikurangi nilai *Noise Reduction* yang ada dalam Tabel 7.

Penentuan Desain Barrier

Setiap jenis bahan material memiliki ketebalan yang berbeda beda untuk meredam tingkat kebisingan yang sama. Berikut tabel ketebalan yang dibutuhkan setiap jenis material yang akan digunakan berdasarkan tabel kerapatan material barrier yang terdapat dalam Tabel 3 di atas.

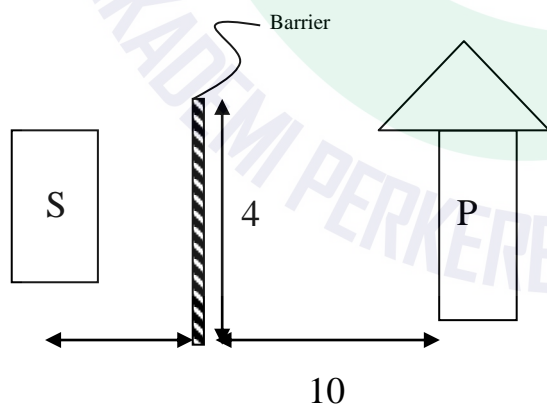
Tabel 8 Ketebalan Tiap Jenis Material

Material	Tebal (cm)
Brick	15,89
Cinder concrete	20,13
Dense concrete	13,13
Wood	75,48
Common Glass	10,41
Lead sheet	2,42
Gypsum	30,19

Dari hasil perhitungan dalam Tabel 8 diketahui bahwa ketebalan material yang paling kecil adalah *lead sheet* dengan ketebalan 2,42 cm dan yang paling tebal adalah *wood* atau kayu dengan ketebalan 75,48 cm.

Rekomendasi Desain Penempatan Barrier

Berdasarkan hasil analisis dengan rencana tinggi *barrier* 4 m dengan asumsi frekuensi paling tinggi dan jarak penerima suara dari *barrier* adalah 10 m, didapatkan tingkat kebisingan yang paling tinggi adalah sebesar 44,54 dB.



Gambar 5 Desain Penempatan Barrier

Gambar 5 menjelaskan bahwa S merupakan sumber suara yang berasal dari kereta api dengan jarak ke barrier adalah 4 m.

Jenis dan tebal material *barrier* direkomendasikan berdasarkan pertimbangan kemampuan material untuk menyerap atau memantulkan suara, kekuatan material, kemudahan perawatan, nilai ekonomis, dan faktor lain. Dari berbagai faktor tersebut, dalam penelitian ini direkomendasikan jenis material *barrier* menggunakan material *brick* (batu bata) atau *cinder concrete* (beton dengan campuran abu).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Tingkat kebisingan yang ditimbulkan oleh laju kereta api disekitar pemukiman penduduk di lintas Manggarai – Bekasi cukup tinggi dengan tingkat kebisingan rata rata 102,7 dB, sehingga tidak layak sekitar *track* kereta api sebagai pemukiman.

Desain rencana *barrier* dengan tinggi 4 meter dari jarak sumber, maka akan diperoleh tingkat kebisingan sebesar 44 dB.

Untuk mendapatkan 44 dBA, diperlukan penentuan jenis material yang dilihat dari nilai massa jenisnya agar penyerapan suara dapat maksimal. Dalam hal ini dengan menggunakan bahan *brick* atau *cinder concrete*.

5.2 Saran

Untuk mengantisipasi pembangunan jalur *double-double track* lintas Manggarai – Bekasi yang direncanakan KA jarak jauh menggunakan jalur sebelah utara dekat dengan pemukiman warga, maka pembangunna barrier agar menjadi perhatian utama untuk mengatasi permasalahan kebisingan yang menimbulkan dampak internalitas dan eksternalitas bagi masyarakat.

Dalam pembangunan *barrier* selain memperhatikan dimensi dan jenis material, diperlukan pertimbangan lain seperti tingkat ekonomis bahan. Selain menggunakan material beton, perlu dipertimbangkan untuk mendesain *barrier* dengan menggunakan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Kementerian Negara Lingkungan Hidup, 1996, *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan*, Jakarta
- Republik Indonesia, 2007, *Undang-undang No. 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian*, Jakarta
- Kementerian Perhubungan, 2011, *Peraturan Menteri Perhubungan No. 10 Tahun 2011 tentang Persyaratan Teknis Peralatan Persinyalan Perkeretaapian*, Jakarta
- Agustiani, 2012, *Pengaruh Intensitas Kebisingan Kereta Api Terhadap Gangguan Pendengaran Pada Masyarakat Tegalarjo Yang Tinggal di Pinggiran Rel Kereta Api*, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Mayangsari, 2009, *Perancangan Barrier Untuk Menurunkan Tingkat Kebisingan Pada Jalur Rel Kereta Api di Jalan Ambengan Surabaya dengan Menggunakan Metode Nomograph*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Suraba