



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



RSF  
620.23  
Maa  
P-1  
2009

TUGAS AKHIR - RF 1483

## PERANCANGAN ENCLOSURE DALAM PENGENDALIAN KEBISINGAN PADA KOMPRESOR DI PT. PETROKIMIA GRESIK

ANNAS DWI MA'RUF  
NRP 2407 100 506

Dosen Pembimbing  
Ir. MATRADJI, M.Sc  
Ir. WIRATNO A. ASMORO, M.Sc

JURUSAN TEKNIK FISIKA  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2009

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	27-8-2009
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	1357



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - RF 1483

## DESIGNING ENCLOSURE IN NOISE CONTROL COMPRESSOR AT PT. PETROKIMIA GRESIK

ANNAS DWI MA'RUF  
NRP 2407 100 506

Lecturer

Ir. MATRADJI, M.Sc

Ir. WIRATNO A. ASMORO, M.Sc

Major of Engineering Physics  
Faculty of Industrial Technology  
Institute Technology of Sepuluh November  
Surabaya 2009



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR - RF 1483**

**PERANCANGAN ENCLOSURE DALAM  
PENGENDALIAN KEBISINGAN PADA KOMPRESOR  
DI PT. PETROKIMIA GRESIK**

**ANNAS DWI MA'RUF**  
NRP 2407 100 506

Dosen Pembimbing  
Ir. MATRADJI, M.Sc  
Ir. WIRATNO A. ASMORO, M.Sc

**JURUSAN TEKNIK FISIKA**  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2009



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**FINAL PROJECT - RF 1483**

## **DESIGNING ENCLOSURE IN NOISE CONTROL COMPRESSOR AT PT. PETROKIMIA GRESIK**

**ANNAS DWI MA'RUF**  
NRP 2407 100 506

Lecturer

Ir. MATRADJI, M.Sc

Ir. WIRATNO A. ASMORO, M.Sc

Major of Engineering Physics  
Faculty of Industrial Technology  
Institute Technology of Sepuluh November  
Surabaya 2009



**Perancangan Enclosure Dalam Pengendalian  
Kebisingan Pada Kompresor Di PT Petrokimia  
Gresik**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Bidang Studi Akustik dan Fisika Bangunan  
Program Studi S-1 Lintas Jalur  
Jurusan Teknik Fisika  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**ANNAS DWI MA'RUF**  
**NRP. 2407 100 506**

**Surabaya, Agustus 2009**

**Mengetahui/ Menyetujui**

**Dosen Pembimbing I**



**Ir. Matradji, M.Sc**  
**NIP. 131 478 882**

**Dosen Pembimbing II**



**Ir. Wiratno A. Asmoro, M.Sc**  
**NIP. 131 651 246**

**Ketua Jurusan  
Teknik Fisika FTI-ITS**



**Dr. Bambang L.W, ST.MT**  
**NIP.132 137 895**



# PERANCANGAN ENCLOSURE DALAM PENGENDALIAN KEBISINGAN PADA KOMPRESOR DI PT. PETROKIMIA GRESIK

## TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Bidang Studi Akustik dan Fisika Bangunan  
Program Studi S-1 Lintas Jalur  
Jurusan Teknik Fisika  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :  
**ANNAS DWI MA'RUF**  
NRP 2406 100 506

Disetujui dan diketahui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Matradji, M.Sc., ..... (Pembimbing I)
2. Ir. Wiratno A. Asmoro M.Sc., ..... (Pembimbing II)
3. DR. Dhany Arifianto, ST, M.Eng., ..... (Penguji I)
4. Dyah Sawitri, ST, MT, ..... (Penguji II)
5. Andi R, ST, MT, ..... (Penguji III)

**SURABAYA**

**Agustus, 2009**

## PERANCANGAN *ENCLOSURE* DALAM PENGENDALIAN KEBISINGAN PADA KOMPRESOR DI PT. PETROKIMIA GRESIK

Nama Mahasiswa : Annas Dwi Ma'ruf  
NRP : 2407 100 506  
Jurusan : Teknik Fisika  
Dosen Pembimbing I : Ir. Matradji, M.Sc  
Dosen Pembimbing II : Ir. Wiratno A. Asmoro, M.Sc

### **Abstrak**

*Dalam tugas akhir dilakukan perancangan untuk mereduksi bunyi dan getaran yang dihasilkan oleh kompresor dengan cara enclosure besar mesin dalam ruang terbuka (open space), kemudian ditentukan nilai transmission loss serta dicari bahan yang sesuai dengan nilai transmission loss yang ditetapkan atau lebih tinggi sedangkan bahan untuk penelitian yang dipakai load vnyl dan polycarbonate.*

*Dari hasil penelitian bahwa setelah diberi enclosure dan mendapatkan nilai transmission loss dengan memakai bahan mass loaded vnyl noise barrier dan bahan polycarbonate ternyata mampu mereduksi bising sehingga menghasilkan nilai TTB sebagai berikut untuk bahan mass loaded vnyl noise barrier jarak 2 m nilai TTB yaitu 69,8 - 72,9 dBA, sedangkan jarak 5 m nilai TTB yaitu 66,6 - 70,7 dBA. Untuk polycarbonate jarak 2 m nilai TTB yaitu 70,3 - 73,8 dBA. sedangkan jarak 5 m nilai TTB yaitu 68,4 - 72,3 dBA maka hasil nilai TTB sesuai dengan standar yang ditetapkan pemerintah.*

Kata Kunci : *Enclosure* , bising, *transmission loss*.

# DESIGNING ENCLOSURE IN NOISE CONTROL COMPRESSOR AT PT. PETROKIMIA GRESIK

**Student Name** : Annas Dwi Ma'ruf  
**NRP** : 2407 100 506  
**Major** : Engineering Physics  
**Lecturer I** : Ir. Matradji, M.Sc  
**Lecturer II** : Ir. Wiratno A. Asmoro, M.Sc

## **Abstract**

*In the end the task is done for the design reduction sound and vibration generated by the compressor with the engine enclosure in a large open space, then determined the value of transmission loss and the search for materials that match the value of transmission loss is determined or higher while the material for research mass loaded noise barrier vinyl used to load and polycarbonate.*

*From the results of the research that is given after the enclosure and get the value of transmission loss with the use of mass loaded noise barrier vinyl and polycarbonate material was capable of so noisy reduction values as follows TTB for mass loaded noise barrier vinyl distance of 2 m values TTB namely 69.8-72.9 dBA, while 5 m distance value TTB is 66.6 - 70.7 dBA. For polycarbonate distance 2 m nilai TTB yaitu 70,3 - 73,8 dBA. 5 m distance, while the value of TTB is 68.4 - 72.3 dBA then the value of TTB in accordance with the standards set by the government.*

**Keywords:** *Enclosure, noise, transmission loss*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul:

### **Perancangan Enclosure Dalam Pengendalian Kebisingan Pada Kompresor Di PT Petrokimia Gresik**

Tugas akhir ini disusun sebagai persyaratan bagi mahasiswa untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak sekali kesalahan yang diperbuat oleh penulis sehingga Tugas Akhir ini belum bisa tersusun dengan sempurna. Oleh karena itu penulis mohon maaf serta mengharap segala bentuk kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca.

Selama menyusun Tugas Akhir ini penulis dibantu oleh beberapa pihak. Dan pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah menganugerahkan segala bentuk karunia-Nya dan segala mukjizat-Nya.
2. Bapak Ir. Matradji M.Sc selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberi masukan beserta ketulusan hati beliau dalam membimbing dan mengarahkan penulis untuk penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Wiratno A. Asmoro, MSc sebagai Dosen Pembimbing II, yang dengan sabar memberikan masukan, perhatian, ilmu dan waktunya beserta ketulusan hati beliau dalam membimbing dan mengarahkan penulis untuk penyusunan tugas akhir ini.



4. Bapak Dr. Bambang L Widjiantoro, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Fisika.
5. Bapak Arifin, beserta bapak-bapak yang lain selaku pembimbing dan konsultan Lapangan di PT. Petrokimia Gresik terutama pabrik I yang telah memberikan ilmu, waktu dan membagikan pengalamannya.
6. Bapak dan Ibu dosen serta seluruh karyawan Teknik Fisika atas ilmu dan bantuan yang telah diberikan selama penulis berada di bangku kuliah.
7. Teman-Teman ku Lintas Jalur, temen tongkrongan Fajar, Anggar, restu, pak Chanan, Farid, Yudo, Andine, Vi2n, Rana, Eri, Vita, Ifa *patner* Tugas Akhir dan yang lain terimakasih atas semangat dan semua bantuannya.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.

Akhir kata semoga buku ini bermanfaat bagi pembaca khususnya mahasiswa Teknik Fisika

Surabaya, Agustus 2009

Penulis

## DAFTAR ISI

	Hal
Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Abstrak	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Batasan masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Metodologi perancangan	3
1.6 Sistematika laporan	4
1.7 Relevansi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Jenis kebisingan	7
2.2 Pengukuran tingkat kebisingan	8
2.3 Pengendalian kebisingan	9
2.4 Skala desibel (dB)	11
2.5 Atenuasi bunyi karena jarak	13
2.6 Koefisien penyerap bahan	14
2.7 Kebocoran akustik	16
2.8 Tipe <i>enclosure</i>	16
2.8.1 <i>Enclosure</i> lengkap ( <i>complete enclosure</i> )	17
2.8.1.1 <i>Enclosure</i> besar	18
2.8.1.2 <i>Enclosure</i> kecil ( <i>close fitting enclosure</i> )	20
2.8.2 <i>Enclosure</i> sebagian ( <i>partial enclosure</i> )	21
2.9 Rugi transmisi bunyi ( <i>transmission loss</i> )	22
2.10 Komposisi TL Untuk Dinding Partisi ( <i>TL of Composite Partition Walls</i> )	23

	Hal
2.11 Insertion loss (IL)	26
2.12 Mesin kompresor LP ( <i>low pressure</i> ) dan HP ( <i>high pressure</i> )	27
<b>BAB III METODE PERANCANGAN</b>	<b>29</b>
3.1 Survey pendahuluan	29
3.1.1 Penentuan objek penelitian	29
3.1.2 Peralatan yang digunakan	29
3.1.3 Penentuan titik ukur	30
3.2 Perumusan Masalah	30
3.3 Pengumpulan Data	30
3.4 Pengolahan Data	33
3.5 Analisa Data dan Pembahasan	34
<b>BAB VI ANALISA DAN PEMBAHASAN</b>	<b>35</b>
4.1 Data hasil pengukuran	35
4.1.1 Data nilai tingkat tekanan bunyi titik pengukuran 2 meter sebelum diberi enclosure	35
4.1.2 Data Nilai Tingkat Tekanan Bunyi titik pengukuran 5 meter	38
4.2 <i>Noise Reduction</i> atau <i>Insertion Loss</i> sama dengan <i>Transmission Loss</i> dari hasil pengukuran	42
4.3 Pembahasan <i>Noise Reduction</i> atau <i>transmission loss</i> hasil pengukuran	47
4.4 Pembahasan <i>Noise Reduction</i> atau <i>transmission loss</i> hasil pengukuran TTB setelah diberi Peredaman	56
4.5 Analisa hasil TTB <i>overall</i> dari hasil perhitungan, <i>transmission loss</i> dan <i>insertion loss</i>	68
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>71</b>
5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran	71

**DAFTAR PUSTAKA**

**Hal**  
**73**

Lampiran A

Lampiran B

Lampiran C

Lampiran D

Lampiran E

Lampiran F



## DAFTAR GAMBAR

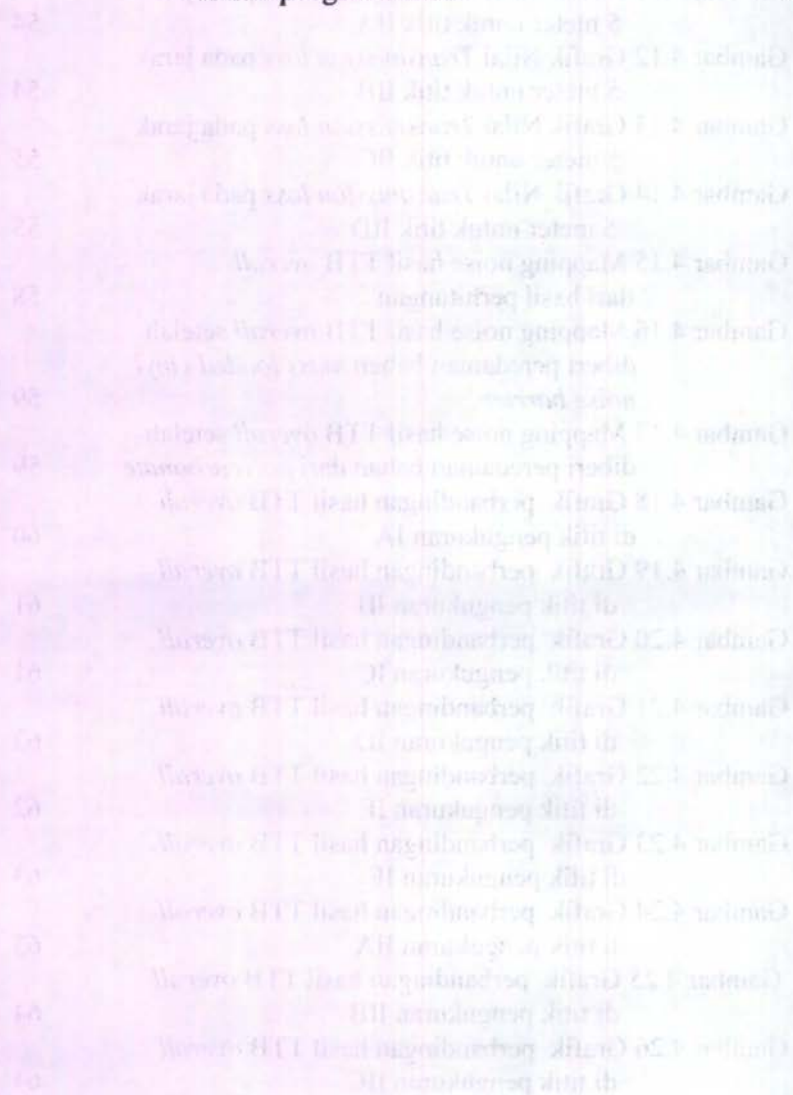
	Hal
Gambar 2.1 Karakteristik frekuensi dari alat ukur tingkat kebisingan	11
Gambar 2.2 Tingkat tekanan suara berbobot A yang sepadan dan kontinyu	13
Gambar 2.3 Nilai TL dengan faktor kebocoran akustik	16
Gambar 2.4 Kompresor <i>synthesis gas</i>	27
Gambar 3.1 Sound level meter tipe NL -31	30
Gambar 3.2 Denah daerah area kompresor serta titik pengukuran sebelum enclosure	31
Gambar 3.3 Perancangan enclosure tampak atas	32
Gambar 3.4 Perancangan enclosure tampak samping	32
Gambar 3.5 Perancangan enclosure	33
Gambar 4.1 Titik pengukuran	41
Gambar 4.2 <i>Mapping noise</i> sebelum diberi enclosure	41
Gambar 4.3 Denah area kompresor setelah diberi enclosure bahan produk bernama <i>Noises.T.O. P.™ vinyl barrier</i> pada kompresor <i>synthesis gas</i>	49
Gambar 4.4 Denah area kompresor setelah diberi enclosure bahan <i>polycarbonate</i> dari <i>AcoustiClear™ by Quilite International</i> pada kompresor <i>synthesis gas</i>	50
Gambar 4.5 Grafik nilai <i>transmission loss</i> pada jarak 2 meter untuk titik IA	51
Gambar 4.6 Grafik nilai <i>transmission loss</i> pada jarak 2 meter untuk titik IB	51
Gambar 4.7 Grafik nilai <i>transmission loss</i> pada jarak 2 meter untuk titik IC	52
Gambar 4.8 Grafik nilai <i>transmission loss</i> pada jarak 2 meter untuk titik ID	52
Gambar 4.9 Grafik nilai <i>transmission loss</i> pada jarak 2 meter untuk titik IE	53
Gambar 4.10 Grafik nilai <i>transmission loss</i> pada jarak 2 meter untuk titik IF	53



	Hal
Gambar 4.11 Grafik Nilai <i>Transmission loss</i> pada jarak 5 meter untuk titik IIA	54
Gambar 4.12 Grafik Nilai <i>Transmission loss</i> pada jarak 5 meter untuk titik IIB	54
Gambar 4.13 Grafik Nilai <i>Transmission loss</i> pada jarak 5 meter untuk titik IIC	55
Gambar 4.14 Grafik Nilai <i>Transmission loss</i> pada jarak 5 meter untuk titik IID	55
Gambar 4.15 Mapping noise hasil TTB <i>overall</i> dari hasil perhitungan	58
Gambar 4.16 Mapping noise hasil TTB <i>overall</i> setelah diberi peredaman bahan <i>mass loaded vinyl noise barrier</i>	59
Gambar 4.17 Mapping noise hasil TTB <i>overall</i> setelah diberi peredaman bahan dari <i>polycarbonate</i>	59
Gambar 4.18 Grafik perbandingan hasil TTB <i>overall</i> di titik pengukuran IA	60
Gambar 4.19 Grafik perbandingan hasil TTB <i>overall</i> di titik pengukuran IB	61
Gambar 4.20 Grafik perbandingan hasil TTB <i>overall</i> di titik pengukuran IC	61
Gambar 4.21 Grafik perbandingan hasil TTB <i>overall</i> di titik pengukuran ID	62
Gambar 4.22 Grafik perbandingan hasil TTB <i>overall</i> di titik pengukuran IE	62
Gambar 4.23 Grafik perbandingan hasil TTB <i>overall</i> di titik pengukuran IF	63
Gambar 4.24 Grafik perbandingan hasil TTB <i>overall</i> di titik pengukuran IIA	63
Gambar 4.25 Grafik perbandingan hasil TTB <i>overall</i> di titik pengukuran IIB	64
Gambar 4.26 Grafik perbandingan hasil TTB <i>overall</i> di titik pengukuran IIC	64

**Gambar 4.27 Grafik perbandingan hasil TTB overall di titik pengukuran IID**

65



## DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Pembatasan waktu dan tingkat kebisingan yang diterima	9
Tabel 2.2 Merupakan peraturan pemerintah Indonesia mengenai kebisingan tercantum dalam Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor Kep-51/MEN/1999	9
Tabel 2.3 Koefisien radiasi untuk fungsi lokasi terbuka	22
Tabel 2.4 Spesifikasi bahan material dengan <i>surface density</i> dan <i>plateau height</i>	25
Tabel 2.5 Speksifikasi dari kompresor <i>synthesis gas</i>	28
Tabel 4.1 Data pengukuran mesin kompresor sebelum <i>enclosure</i> dengan jarak 2 meter titik IA	35
Tabel 4.2 Data pengukuran mesin kompresor sebelum <i>enclosure</i> dengan jarak 2 meter titik IB	36
Tabel 4.3 Data pengukuran mesin kompresor sebelum <i>enclosure</i> dengan jarak 2 meter titik IC	36
Tabel 4.4 Data pengukuran mesin kompresor sebelum <i>enclosure</i> dengan jarak 2 meter titik ID	37
Tabel 4.5 Data pengukuran mesin kompresor sebelum <i>enclosure</i> dengan jarak 2 meter titik IE	37
Tabel 4.6 Data pengukuran mesin kompresor sebelum <i>enclosure</i> dengan jarak 2 meter titik IF	38
Tabel 4.7 Data pengukuran mesin kompresor sebelum <i>enclosure</i> dengan jarak 5 meter titik IIA	39
Tabel 4.8 Data pengukuran mesin kompresor sebelum <i>enclosure</i> dengan jarak 5 meter titik IIB	39
Tabel 4.9 Data pengukuran mesin kompresor sebelum <i>enclosure</i> dengan jarak 5 meter titik IIC	40
Tabel 4.10 Data pengukuran mesin kompresor sebelum <i>enclosure</i> dengan jarak 5 meter titik IIC	40
Tabel 4.11 Hasil <i>noise reduction</i> dengan jarak 2 meter untuk titik pengukuran IA	43
Tabel 4.14 Hasil <i>noise reduction</i> dengan jarak 2 meter untuk titik pengukuran IB	43

	Hal
Tabel 4.15 Hasil <i>noise reduction</i> dengan jarak 2 meter untuk titik pengukuran IC	44
Tabel 4.16 Hasil <i>noise reduction</i> dengan jarak 2 meter untuk titik pengukuran ID	44
Tabel 4.17 Hasil <i>noise reduction</i> dengan jarak 2 meter untuk titik pengukuran IE	45
Tabel 4.18 Hasil <i>noise reduction</i> dengan jarak 2 meter untuk titik pengukuran IF	45
Tabel 4.19 Hasil <i>noise reduction</i> dengan jarak 5 meter untuk titik pengukuran IIA	46
Tabel 4.20 Hasil <i>noise reduction</i> dengan jarak 5 meter untuk titik pengukuran IIB	46
Tabel 4.21 Hasil <i>noise reduction</i> dengan jarak 5 meter untuk titik pengukuran IIC	47
Tabel 4.22 Hasil <i>noise reduction</i> dengan jarak 5 meter untuk titik pengukuran IID	47
Tabel 4.23 Nilai <i>transmission loss</i> bahan <i>mass loaded vinyl noise barrier</i> dan <i>polycarbonate</i>	48
Tabel 4.24 Hasil TTB pada jarak 2 meter setelah diberi nilai <i>transmission loss</i> hasil perhitungan	56
Tabel 4.25 Hasil TTB pada jarak 2 meter setelah diberi nilai <i>transmission loss</i> bahan <i>mass loaded vinyl noise barrier</i>	57
Tabel 4.26 Hasil TTB pada jarak 2 meter setelah diberi nilai <i>transmission loss</i> pada bahan <i>polycarbonate</i>	57
Tabel 4.27 Hasil TTB pada jarak 5 meter setelah diberi nilai <i>transmission loss</i> pada perhitungan	57
Tabel 4.28 Hasil TTB pada jarak 5 meter setelah diberi nilai <i>transmission loss</i> pada bahan <i>mass loaded vinyl noise barrier</i>	58
Tabel 4.29 Hasil TTB pada jarak 5 meter setelah diberi nilai <i>transmission loss</i> pada bahan <i>polycarbonat</i>	58
Tabel 4.30 <i>Insertion loss</i> (IL) hasil perhitungan jarak 2 meter	66



	Hal
Tabel 4.31 <i>Insertion loss</i> (IL) dari bahan <i>mass loaded vinyl noise barrier</i> jarak 2 meter	66
Tabel 4.32 <i>Insertion loss</i> (IL) dari bahan <i>polycarbonate</i> jarak 2 meter	67
Tabel 4.33 <i>Insertion loss</i> (IL) hasil perhitungan jarak 5 meter	67
Tabel 4.34 <i>Insertion loss</i> (IL) dari bahan <i>mass loaded vinyl noise barrier</i> jarak 5 meter	67
Tabel 4.35 <i>Insertion loss</i> (IL) dari bahan <i>polycarbonate</i> jarak 5 meter	68



# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar belakang

Pabrik Petrokimia Gresik adalah pabrik kimia yang memproduksi pupuk untuk pertanian yang ada seluruh Indonesia. Di Petrokimia Gresik mempunyai 3 pabrik yang masing – masing mempunyai produksi sendiri yaitu pabrik I terdiri dari produksi amoniak, ZA dan urea, pabrik II terdiri dari produksi TSP dan pengepakan sedangkan pabrik III terdiri dari produksi asam sulfat.

Di pabrik I sendiri yang paling aktif disini banyak kompresor mulai dari kompresor untuk amoniak, gas, udara, dan sebagainya. Kompresor ini berfungsi sebagai menaikkan tekanan gas, dari tekanan rendah menjadi tekanan tinggi. Perlakuan gas sebagai fluida kerja terjadi pada *inlet guide*, *impeller* dan *diffuser*. Letak kompresor dipabrik I ini dijadikan satu area yang dinamakan dengan *compressor house*. Maka apabila kompresor ini bekerja bersamaan akan menghasilkan suara dan getaran yang keras serta kebisingan yang sangat tinggi.

Dari data pengukuran lingkungan oleh K3 PT Petrokimia Gresik tingkat kebisingan mencapai kurang lebih 104 dBA. Dalam area kompresor ini pengukuran kebisingan tidak memakai *enclosure* sehingga operator yang bertugas mengawasi dan memeriksa harus menggunakan *earmuffs* atau *earplug* sebagai pelindung telinga.

Faktor penting dalam perancangan pabrik karena kebisingan tidak sekedar menimbulkan rasa tidak nyaman namun juga dapat menimbulkan efek serius bagi kesehatan manusia. Kebisingan dapat mengurangi kemampuan pendengaran manusia pada *level* tertentu dapat menimbulkan hilangnya kemampuan pendengaran secara permanen. Selain gangguan pendengaran, kebisingan dapat menimbulkan stres pada sistem kerja jantung dan peredaran darah serta pada sistem sirkulasi udara dan

pernapasan. Parameter yang dibutuhkan dengan pengendalian bising dan menentukan letak posisi sumber dan penerima.

Dalam setiap situasi akustik terdapat tiga elemen yang harus diperhatikan, yaitu (1) sumber bunyi, yang diinginkan atau tak diinginkan, (2) jejak, untuk perambatan bunyi, (3) penerima, yang ingin atau tak ingin mendengar bunyi tersebut.

Oleh karena itu, diperlukan suatu rekayasa *engineering* yang mampu mengendalikan kebisingan di area turbin uap untuk mengurangi tingkat kebisingan. Rekayasa *engineering* yang akan direncanakan adalah *enclosure* ruangan dengan cara menggunakan lapisan bahan yang tepat untuk mengendalikan kebisingannya.

## 1.2 Permasalahan

Berdasarkan latar belakang diatas maka timbul suatu permasalahan yaitu :

1. Bagaimana memilih bahan *enclosure* yang tepat sesuai dengan nilai *transmission loss* serta *noise reduction* ?
2. Bagaimana perancangan pemasangan bahan *enclosure* pada dindingnya?

## 1.3 Batasan masalah

Untuk memperkecil ruang lingkup dari tugas akhir ini ada beberapa batasan masalah yaitu :

1. Perancangan *enclosure* kebisingan berdasarkan luas partisi, *transmission loss* atau *noise reduction*.
2. Perancangan ini bahan penyerapnya tanpa memperhitungkan biaya dan hanya berupa sketsa gambar.
3. Perancangan bahan penyerapnya untuk mengurangi tingkat kebisingan sesuai standar berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor Kep-51/MEN/1999.

4. Perancangan *enclosure* ini untuk mesin kompresor gas synthesis saja yang berada di pabrik I Petrokimia Gresik untuk mewakili mesin yang berada disekitarnya.
5. Diasumsikan mesin yang berada disekitar atau disampingnya diabaikan.

#### **1.4 Tujuan**

Tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Mengendalikan kebisingan Untuk mengurangi kebisingan sebagai yang dianjurkan oleh Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor Kep-51/MEN/1999.
2. Untuk merancang pemasangan bahan *enclosure* di kompresor yang belum ada sebagai peredam kebisingan.

#### **1.5 Metodologi perancangan**

Metodologi perancangan dalam pembuatan tugas akhir ini yaitu:

1. Studi literatur.  
Memahami secara teoritis tentang kompresor dan cara meredam kebisingan serta dianalisis hasilnya.
2. Studi Lapangan.  
Mengidentifikasi area kompresor yang menghasilkan kebisingan tinggi
3. Pengambilan data-data yang diperlukan untuk dianalisa.  
Data – data yang diambil meliputi data kebisingan mesin kompresor sebelum dipakai *enclosure* dengan jarak tertentu kemudian diolah data tersebut.
4. Analisa data dan pembahasan.  
Menganalisa data hasil olahan kemudian hasilnya dapat dibandingkan dengan data sesuai peraturan pemerintah.
5. Kesimpulan dan saran.  
Menyimpulkan hasil dari data yang didapat secara menyeluruh dan saran hasil penelitian ini.



### 1.6 Sistematika laporan

Sistematika Laporan dalam tugas akhir ini adalah :

1. Bab I pendahuluan.  
Berisi penjelasan singkat mengenai latar belakang dan rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metodologi penulisan, sistematika laporan dan relevansi dari tugas akhir ini.
2. Bab II tinjauan pustaka.  
Bab ini berisi teori tentang kebisingan serta cara pengendalian kebisingan dan bahan untuk meredamnya.
3. Bab III metodologi perancangan.  
Bab ini mengenai tahapan dalam melakukan perancangan awal sampai menentukan permasalahannya pada objek tersebut mengenai kebisingannya.
4. Bab IV analisa data dan pembahasan.  
Yang meliputi analisa data dari perancangan *enclosure* menentukan bahan yang cocok untuk peredaman dan mencari nilai *noise reduction* atau *transmission loss*.
5. Bab V kesimpulan dan saran.  
Bab ini mengenai kesimpulan dan saran secara keseluruhan.
6. Daftar pustaka.  
Bagian ini berisi literatur-literatur yang mendukung tugas akhir ini.
7. Lampiran.

### 1.7 Relevansi

Manfaat yang dapat diperoleh dari tugas akhir ini adalah:

1. Dapat membantu PT Petrokimia Gresik dalam merencanakan *enclosure* ruangan di area kompresor dan pemilihan bahan yang tepat agar tingkat kebisingan yang diterima oleh lingkungan luar bisa tercapai sesuai dengan

tingkat kebisingan yang **dianjurkan** oleh peraturan pemerintah.

2. Bagi jurusan teknik fisika **dapat membantu** proses pembelajaran mengenai perancangan *enclosure* suatu mesin.



## BAB II DASAR TEORI

### 2.1 Jenis kebisingan

Bising adalah bunyi yang tidak dikehendaki yang dapat mengganggu atau membahayakan kesehatan. Sebagai standar definisi, bising sangat subyektif tergantung dari masing – masing individu dimana bagi penerima kalau dianggap bising bila frekuensi, kesinambungan, waktu terjadinya dan isi informasi, dan juga pada aspek subyektif seperti asal bunyi dan keadaan pikiran dan temperamen penerima.<sup>[B.j.smith, 1996]</sup>

Berdasarkan sifat dan spektrum bunyi, bising dapat dibagi atas:

1. Bising yang kontinyu dengan spektrum frekuensi yang luas. Bising yang relatif tetap dalam batas lebih 5 dB untuk periode 0,5 detik berturut-turut. Misalnya mesin dan lainnya.
2. Bising yang kontinyu dengan spektrum frekuensi yang sempit. Bising juga yang relatif tetap, tetapi mempunyai frekuensi tertentu saja (frekuensi 500 Hz, 1000 Hz dan 4000Hz). Misal gergaji sekuler dan lainnya.
3. Bising terputus-putus. Bising yang tak terjadi terus-menerus, melainkan periode relatif tenang. Misal suara lalu lintas dan lainnya.
4. Bising impulsif. Bising yang memiliki perubahan tekanan yang melebihi 40 dB dalam waktu sangat cepat. Misal suara tembakan, ledakan dan lainnya.
5. Bising impulsif berulang. Bising sama dengan impulsif bedanya suara berulang-ulang misal mesin tempa.

Berdasarkan pengaruh terhadap manusia, bising dapat dibagi atas:

1. Bising yang mengganggu (*irritating noise*) intensitas tidak terlalu keras. Misalnya mendengar kur.
2. Bising yang menutupi (*masking noise*) merupakan bunyi yang menutupi pendengaran yang jelas. Secara tidak



langsung bunyi ini hanya berupa teriakan atau sebuah tanda bahaya bagi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja.

3. Bising yang merusak (*damaging / injurious noise*). Bunyi intensitasnya melampaui NAB (nilai ambang batas). Bunyi ini dapat merusak dan menurunkan pendengaran. Penurunan pendengaran sendiri disebut juga dengan *hearing loss*.<sup>[Buchari USU,2007]</sup>

Bising menyebabkan gangguan bagi para pekerja seperti gangguan fisiologis, gangguan psikologis, gangguan komunikasi dan gangguan pendengaran. Kondisi tingkat kebisingan yang diterima oleh pekerja dapat menimbulkan kerusakan pendengaran para pekerja oleh karena beberapa faktor, antara lain

- Tingkat bising yang sangat tinggi ditempat kerja sebagai akibat dari bising yang dihasilkan oleh mesin.
- Waktu paparan 8 jam setiap hari terakumulasi selama waktu bekerja.

Pekerja juga mengalami yang namanya penurunan pendengaran yang disebut *hearing loss*. *Hearing loss* merupakan gejala penurunan sensitivitas pendengaran manusia sehingga dibutuhkan *sound pressure level* (SPL) yang lebih besar bagi seseorang yang mengalami *hearing loss* untuk dapat mendengar baik. Orang yang mengalami *hearing loss* akan mempunyai tingkat ambang dengar lebih tinggi daripada ambang dengar normal. *Hearing loss* juga ditandai dengan tingkat terjadinya pergeseran tingkat ambang dengar (*hearing threshold shift*). *Threshold shift* terdiri dari dua jenis yaitu *temporary threshold shift* (TTS) yaitu pergeseran ambang dengar sementara dan *permanent threshold shift* (PTS) yaitu pergeseran ambang dengar permanen.<sup>[Buchari USU,2007]</sup>

## 2.2 Pengukuran tingkat kebisingan

Untuk mengetahui intensitas bising dilingkungan kerja digunakan *sound level meter* (SLM). Pengukuran tingkat kebisingan di tempat kerja mempunyai batasan yang diterima



oleh tenaga kerja ini sesuai peraturan pemerintah maupun standard yang dipakai oleh perusahaan sendiri.

Ada beberapa standar yang digunakan yaitu OSHA dan peraturan pemerintah yang membatasi tingkat kebisingan berdasarkan lamanya kebisingan diterima seperti terlihat pada tabel 2.1 dan fraksi dosis kebisingan yang diperkenankan per hari tidak boleh lebih dari 90 dBA.

Tabel 2.1 Pembatasan waktu dan tingkat kebisingan yang

Diterima<sup>\*)</sup> [ "Permissible Noise Pressure" menurut OSHA 29 CFR 1910.95 (Occupational Safety and Health Administration), US Dept. of Labour ]

Waktu (Jam/hari)	Tingkat kebisingan (dBA)	Waktu (Jam/hari)	Tingkat kebisingan (dBA)
8	90	1.5	102
6	92	1	105
4	95	0.5	110
3	97	<0.25	115
2	100		

Tabel 2.2 Merupakan peraturan pemerintah Indonesia mengenai kebisingan tercantum dalam Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor Kep-51/MEN/1999.

Durasi kontak dalam sehari	Batas kebisingan maksimum
8 jam	85 dBA
4 jam	88 dBA
2 jam	91 dBA
30 menit	97 dBA
7.5 menit	103 dBA
3.75 menit	106 dBA
14.06 detik	118 dBA

### 2.3 Pengendalian kebisingan

Pada dasarnya pengendalian kebisingan dapat dilakukan terhadap :



Terhadap sumbernya dengan cara :

- Desain akustik, dengan mengurangi vibrasi, mengubah struktur dan lainnya.
- Substitusi alat.
- Mengubah proses.

Terhadap perjalanannya dengan cara :

- Jarak diperjauh.
- Akustik ruangan.
- *Enclosure*.

Terhadap penerimaanya dengan cara :

- Alat pelindung telinga (*earplug*, *earmuff* dan *helmet*).
- *Enclosure* (misalnya dalam *control room*).
- Administrasi dengan rotasi dan mengubah jadwal kerja.

Selain dari ketiga diatas, dapat juga dilakukan dengan melakukan yaitu:

Pengendalian secara teknis (*engineering control*) dengan cara :

- Pemilihan *equipment* / proses yang lebih sedikit menimbulkan bising.
- Dengan melakukan perawatan (*maintenance*).
- Melakukan pemasangan penyerapan bunyi.
- Mengisolasi dengan melakukan peredaman (material akustik).
- Menghindari kebisingan.

Pengendalian secara administrasi (*administrative control*) dengan cara :

- Melakukan *shift* kerja.
- Mengurangi waktu kerja.
- Melakukan *training*.

Pengendalian kebisingan dapat dilakukan juga dengan pengendalian secara medis yaitu dengan cara pemeriksaan kesehatan secara teratur. [Buchari USU,2007]



## 2.4 Skala desibel (dB)

Decibel (dB) adalah suatu angka logaritma dari perbandingan antara dua fisis sama yang menyatakan ambang dengar suara. Jadi dB untuk tekanan suara yang disebut tingkat tekanan suara (*sound pressure level* = SPL) adalah logaritma perbandingan antara tekanan suara pada posisi tertentu dari sumber dibandingkan dengan tekanan suara ambang suara dengar manusia (tekanan ambang manusia adalah  $p_{ref} = 2 \times 10^{-5} \text{ n/m}^2$ ).<sup>(BJ Smith, 1996)</sup>

Untuk meng-kompensasikan kebisingan latar belakang, perbedaan decibel dihitung. Rumusnya di bawah ini, kompensasi kebisingan latar belakang menggunakan  $L_1$  (dB) sebagai jumlah tingkat tekanan suara berbobot  $A$  dari kebisingan yang ditargetkan dan kebisingan latar belakang, dan  $L_2$  (dB) sebagai kebisingan latar belakang. Rumus akan memperkirakan kebisingan yang ditargetkan  $L_3$  (dB) dengan:

$$L_3 = 10 \log \left( 10^{\frac{L_1}{10}} - 10^{\frac{L_2}{10}} \right) \quad (\text{Pers.2.1}) \quad (\text{BJ Smith, 1996})$$

Beberapa skala dB yang disesuaikan dengan karakteristik tanggapan telinga manusia terhadap suara antara lain sebagai berikut :

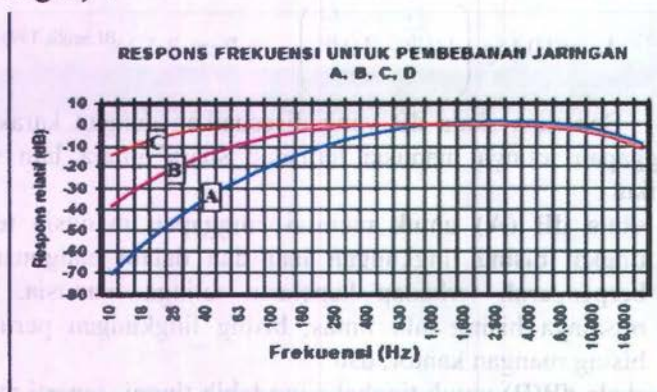
- skala dB (A) untuk menilai tanggapan manusia terhadap tingkat bising lingkungan luar dan dalam bangunan yang berpengaruh terhadap kepekaan telinga manusia. Seperti misalnya bising lalu lintas, bising lingkungan perumahan, bising ruangan kantor, dsb.
- skala dB(B) untuk tingkat yang lebih tinggi, seperti misalnya bising di lingkungan kerja di industri.
- skala dB (C) untuk tingkat bising industri yang lebih tinggi dari mesin-mesin sehingga memungkinkan terjadinya kerusakan fisiologis telinga manusia.
- skala dB (D) diusulkan untuk tingkat bising yang ditimbulkan oleh pesawat udara.

Skala desibel adalah logaritmis, maka nilai tingkat tekanan bunyi (TTB) tidak dapat dijumlahkan begitu saja secara aritmatika. Yang dapat dijumlahkan secara aritmatika adalah energi atau dalam hal ini adalah intensitas maupun dayanya (BJ Smith, 1996)

$$L_p = 10 \log (10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \dots + 10^{L_n/10})$$

(Pers. 2.2) (BJ Smith, 1996)

Untuk itu, alat-alat ukur tingkat kebisingan menggunakan rangkaian penyesuaian frekuensi yang mengasimilasikan kepekaan telinga manusia terhadap kenyaringan. Karakteristik penyesuaian frekuensi ini adalah seperti yang terlihat pada gambar. 2-1, tetapi pada umumnya digunakan karakteristik A. Tingkat kenyaringan yang didapat sesudah penyesuaian frekuensi ini dinamakan "tingkat tekanan suara berbobot A (tingkat kebisingan)". [www.menlh.go.id]

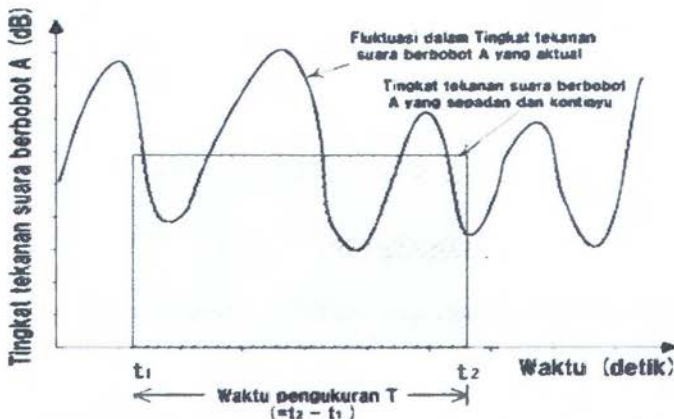


Gambar 2.1 Karakteristik frekuensi dari alat ukur tingkat kebisingan. [www.menlh.go.id]

Tingkat tekanan suara berbobot A yang sepadan dan kontinyu banyak dipakai di seputar dunia sebagai indeks untuk kebisingan. Itu didefinisikan sebagai "tingkat tekanan suara

berbobot  $A$  dari kebisingan yang fluktuasi selama suatu periode waktu  $T$ , yang dinyatakan sebagai jumlah energi rata-rata". Itu dinyatakan dengan formula di bawah ini (Gambar. 2.2)

Periode waktu adalah dari waktu  $t_1$  sampai waktu  $t_2$ , sedangkan jumlah contoh-contoh tingkat tekanan suara berbobot  $A$  adalah  $n$ .  
[www.menlh.go.id]



Gambar 2.2 Tingkat tekanan suara berbobot  $A$  yang sepadan dan kontinu.  
[www.menlh.go.id]

## 2.5 Atenuasi bunyi karena jarak

Bila bunyi merambat dari suatu ruang ke ruang yang lain, maka sebagian besar perjalanan gelombang terjadi di udara. Bunyi yang sebagian besar perambatannya terjadi di udara yang disebut dengan *airbone*. Sumber titik adalah sumber ukuran atau dimensinya kecil sehingga dapat dianggap sebagai titik. Dalam hal ini, kecil tidaknya ukuran sumber tergantung pada jarak sumber ke titik pengamatan  $r$ .

Bila sumber titik berada di lantai keras, maka lantai memantulkan semua energi. Sehingga energi hanya terpancar ke setengah bola. Dengan demikian intensitas pada jarak  $r$  dari sumber menjadi : [B.J smith, 1996]



$$I = \frac{W}{2\pi r^2} \quad (\text{pers. 2.3}) \quad [\text{B.J smith, 1996}]$$

Dimana :

I : intensitas bunyi (dB).

r : jarak antara sumber dengan penerima (m).

Shingga PWL dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut :

$$\text{SPL} = \text{PWL} - 20 \log r - 10,9$$

Dimana :

SPL : atenuasi bunyi pada jarak  $r$  (dB).

PWL : tingkat tekanan bunyi sumber (dB).

$r$  : jarak antara sumber ke titik tertentu (m).

## 2.6 Koefisien penyerap bahan

Semua bahan dan lapisan permukaan yang digunakan dalam konstruksi bangunan mempunyai kemampuan untuk menyerap bunyi sampai suatu derajat tertentu. Bila bunyi menumbuk suatu permukaan, maka ia dipantulkan atau diserap. Energi bunyi yang diserap oleh lapisan penyerap sebagian diubah menjadi panas, tetapi sebagian besar ditransmisikan ke sisi lain lapisan tersebut, kecuali bila transmisi tadi dihalangi oleh penghalang yang berat dan kedap. Dengan perkataan lain penyerap bunyi yang baik adalah pentransmisi bunyi yang efisien dan karena itu insulator yang tidak baik. Sebaliknya dinding insulasi bunyi yang efektif akan menghalangi transmisi bunyi dari satu sisi ke sisi lain.

Fenomena penyerapan suara oleh bahan-bahan akustik yang dipasang pada dinding ruangan merupakan hal yang sangat penting dalam merencanakan kondisi medan suara didalam suatu ruangan. Koefisien absorpsi suara suatu bahan dinyatakan sebagai perbandingan antara energi suara yang diserap oleh bahan dinyatakan sebagai perbandingan antara energi suara yang diserap oleh bahan tersebut dengan energi suara yang datang.



Besarnya koefisien absorpsi suara suatu bahan ditentukan oleh beberapa kriteria :

- Besarnya koefisien absorpsi suara suatu bahan bervariasi terhadap frekuensi suara artinya harga  $\alpha$  suatu bahan akustik berbeda-beda terhadap setiap frekuensi tengah.
- Suatu bahan dari jenis, ketebalan atau kerapatan yang sama akan menghasilkan nilai  $\alpha$  yang berbeda jika diletakkan atau instalasi pada bahan yang lain dan berbeda karakteristiknya.
- Harga  $\alpha$  suatu jenis bahan akan berbeda bila ketebalan dan kerapatan volumenya berbeda.
- Harga  $\alpha$  suatu bahan akan mengalami perubahan jika diberikan perlakuan terhadap permukaannya, misalnya dicat semprot atau cat poles.

Harga  $\alpha$  suatu bahan akan mengalami perubahan jika diberikan perlakuan terhadap jika dipasang dengan rongga udara dibawahnya.

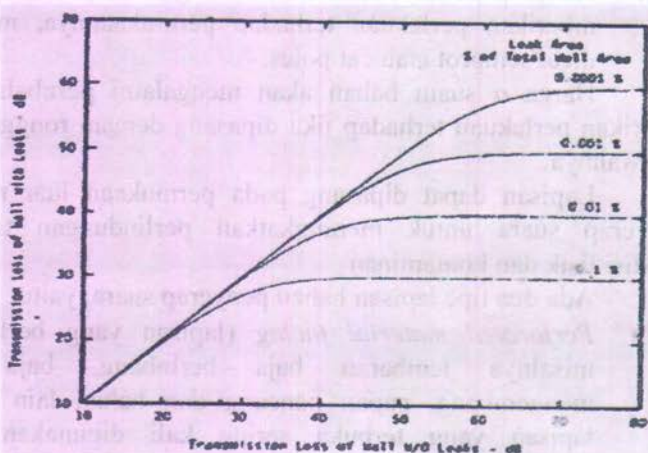
Lapisan dapat dipasang pada permukaan luar material penyerap suara untuk meningkatkan perlindungan terhadap kondisi fisik dan kontaminan.

Ada dua tipe lapisan bahan penyerap suara, yaitu

- *Perforated material facing* (lapisan yang berlubang), misalnya lembaran baja berlubang, baja yang mengembang, papan pancang dan bahan lain dengan lapisan yang terbuka sering kali digunakan untuk melindungi bahan penyerap suara. Penggunaan bahan ini dapat melindungi dari penembusan material lain tetapi tidak dapat melindungi dari kontaminan seperti air dan minyak.
- *Film facing* (lapisan tipis) dapat melindungi dari kontaminan seperti air minyak dan partikel udara lain.<sup>[BJ]</sup>  
Smith, 1996]

## 2.7 Kebocoran akustik

Ketika sebuah ruangan akan dibangun, masalah isolasi bunyi menjadi hal yang sangat penting seperti pintu, jendela ataupun dinding harus dikerjakan dengan rapi tanpa meninggalkan celah sedikitpun. Kebocoran akustik dapat timbul dari konstruksi yang jelek, saluran ventilasi yang kurang rapat atau kurang bagus, sambungan partisi, pendempulan yang kurang sempurna dan *seal* yang kurang sempurna. Jika kondisi kebocoran terjadi maka syarat koreksi kebocoran akustik maksimum sekitar 0,001%. Koreksi kebocoran dapat ditentukan dari grafik dibawah ini :



Gambar 2.3 Nilai TL dengan faktor kebocoran akustik. [DD Reynold, Boston 1981]

## 2.8 Tipe enclosure

Penjelasan pada sub bab 2.8 – 2.8.2 ini diambil dari buku berjudul 'Guideline for control vibration' [<http://www.mom.gov.sg>]. Jika suatu mesin lagi memproduksi akan menghasilkan gangguan suara yang mempunyai kebisingan sangat tinggi dan tidak mudah

untuk mengurangi kebisingannya. *Enclosure* adalah satu struktur yang dapat membungkus satu sumber kebisingan (mesin). *Enclosure* bisa digunakan untuk satu mesin, satu set mesin atau satu bagian mesin lainnya. Dalam aplikasinya, akustik *enclosure* menyediakan satu alat yang mampu mereduksi atau mengurangi kebisingan pada level yang dapat diterima.

*Enclosure* mempunyai beberapa tipe tergantung dengan persyaratan-persyaratan yang sesuai dengan tingkat pengurangan gangguan yang diperlukan. Jenis-jenis *enclosure* dibahas pada bagian selanjutnya.

### 2.8.1 Enclosure lengkap (complete enclosure).

Dimana suatu kebisingan mesin dapat direduksi 20 dB atau lebih maka harus menggunakan *complete enclosure* karena mampu mengurangi NR (*noise reduction*) terbesar dari sistem lain. Di dalam mendesain *enclosure*, bising bersifat bergaung atau menggema di dalam *enclosure* harus tidak ada yang lewat atau keluar. Jika mesin ditempatkan di dalam satu *enclosure* kecil atau tidak ada bahan penyerap bunyi pada di dalamnya, maka tekanan bunyi akan lebih tinggi (kadang-kadang oleh lebih dari 10 dB) di dalam ruang.

Sangat efektif mereduksi kebisingan yang sangat tinggi asalkan memenuhi, ada beberapa spesifikasi mereduksi sumber suara yaitu:

#### ➤ *Enclosure* panel.

Dinding perlu mempunyai kerapatan cukup untuk menyediakan rugi transmisi *TL* (*transmission loss*). Metode ruang dan pilar yang paling populer dari pembuatan *enclosure* menggunakan baja lembaran di dalam ketebalan berkisar antara 0.9 mm sampai 3 mm untuk permukaan isolasi eksternal, tergantung pada rugi transmisi yang diperlukan. Itu sebaiknya menyediakan tambahan 5 dB *TL* untuk memungkinkan variasi-variasi dari nilai teoritis. Jika ada pintu, mengamati akses atau jendela terbuka di dalam *enclosure*, mereka perlu nilai-nilai



kerugian pancaran bunyi dapat diperbandingkan dengan dinding *enclosure*. Secara umum, jika lebih dari 20 dB maka perlu direduksi.

➤ Pelapisan akustik (*acoustic lining*).

Bagian dalam *enclosure* harus dilapisi dengan bahan yang dapat menarik bunyi agar supaya mengurangi gangguan di dalam *enclosure*. Pelapisan ini harus dibuat untuk permukaan *enclosure*, karena mudah dibersihkan ketika ada bahan pelarut dan debu yang dapat menyumbat permukaan dan mengurangi efisiensi pelapisannya. Dengan mencoba pelapisan akustik ini dapat meningkatkan pengurangan kebisingan sebanyak 10 dB.

➤ Menyegel (*seal*).

Celah-celah harus tersegel, mungkin sampai menghindari kebocoran bising.

➤ Bantalan (*mounting*).

*Enclosure* harus mengisolasi manapun getaran berasal dari mesin. Jika mesin berada diatas lantai beton maka mesin itu sudah termasuk mengisolasi atau mengurangi getaran mesin.

➤ Akses operator.

Disini perawatan mesin juga diperhatikan maka diperlukan suatu pintu masuk untuk operator jika ada kerusakan atau gangguan salah satu komponen. Pintu besar untuk komponen besar dan pintu kecil atau jendela untuk komponen kecil.

➤ Ventilasi.

Proses mekanisme melibatkan keluaran suhu udara panas dan penggunaan dari *complete enclosure* isolasi rapat yang berkenaan dengan panas dapat mengakibatkan suhu tinggi. Oleh karena itu dibutuhkan ventilasi, ventilasi ini cocok untuk keluaran udara panas atau uap dan juga bisa mengurangi kebisingan.

### 2.8.1.1 Enclosure besar.

Untuk *enclosure* besar mempunyai ukuran luas 2,5 m dan dimana bisa disesuaikan dengan ukuran besar dari mesin tersebut.

*Enclosure* besar ada dua cara yaitu :



- *Enclosure* di dalam ruang terbuka (*Enclosure in open space*).

Sebenarnya *enclosure* unuk mesin berada dalam ruang terbuka, karena *noise reduction* nilainya hampir sama dengan nilai *transmission loss* pada dinding *enclosure*nya:

$$NR = TL$$

Dimana  $NR = SPL_{\text{inside the enclosure}} - SPL_{\text{outside the enclosure}}$  dB

$TL = \text{transmission loss}$  dari dinding *enclosure*, dB

Perlu diingat *enclosure* ditempatkan atas mesin, tingkat tekanan bunyi didalam ruang tinggi dan tingkat tekanan bunyi diluar juga sangat tinggi. *Insertion loss* (IL) biasanya digunakan dan dibandingkan dengan *noise reduction*. *Insertion loss* untuk *enclosure* besar persamaan rumus:

$$IL = TL - 10 \log \left( \frac{1}{\alpha} \right) \quad (\text{pers. 2.4})$$

Dimana IL = tingkat tekanan bunyi dilokasi yang ditanyakan tanpa *enclosure* – tingkat tekanan bunyi dengan *enclosure*.

$TL = \text{transmission loss}$  dinding *enclosure*, dB

$\alpha$  = rata – rata koefisien absorpsi.

*Insertion loss* dipergunakan untuk didalam semua oktaf di frekuensi tertentu. Koefisien absorpsi bunyi hanya 0,1. *Insertion loss* harus lebih rendah dari 10 dB dari *transmission loss*. Jika *enclosure* dapat dirancang dengan satu koefisien absorpsi 0.7 atau lebih besar, maka IL dan TL atau NR akan sama.

- *Enclosure* dalam ruang.

Dengan menggunakan persamaan didalam ruang terbuka tidak cocok untuk dalam ruang sebab tidak mempertimbangkan ukuran *enclosure*. Prosedur untuk mendesain *enclosure* yaitu:

- Mengukur oktaf tingkat tekanan bunyi yang diusulkan pada permukaan pembatas *enclosure*.
- Menetapkan kriteria kebisingan atau desain tingkat dengan tujuan dan lokasi yang sama.
- Menentukan *noise reduction* (tahap 1 – tahap 2).

- Menentukan tekanan bunyi yang menggema di dalam *enclosure*.
- Rugi transmisi total untuk *enclosure* adalah penjumlahan *noise reduction* (langkah 3) dan bunyi yang menggema (langkah 4). Ketebalan bahan *enclosure* harus terpilih sampai mempunyai rugi transmisi yang diperlukan. Biasanya penambahan 5 dB untuk variasi bisingnya.

### 2.8.1.2 Enclosure kecil (close fitting enclosure).

Karena banyak penerapan-penerapan, penggunaan dari besar dan struktur *enclosure* boleh jadi tak dapat dilaksanakan. Dengan *enclosure* pemasangan secara ketat, struktur *enclosure* dan permesinan di dalam apakah secara dinamis digabungkan sebagai sistem bergetar. Ada satu urutan dari resonansi frekuensi di mana kemampuan *insertion loss enclosure* bisa dikurangi. Ada dua tipe dari resonansi yang dibahas sebagai berikut:

#### ➤ Dinding resonansi.

Pertama, ada panel sadap resonansi struktur *enclosure*. Jika bising dihasilkan frekuensi resonansi pada dinding *enclosure*, *insertion loss enclosure* tidak hanya kecil, mungkin saja nilai negatif pada resonansi panel ini. Ada dua rancangan yang mendekati untuk memperkecil resonansi:

- Menjaga papan resonansi menjauh dari frekuensi yang memerlukan *transmission loss* tinggi.
- Menyediakan peredaman yang struktural.

#### ➤ Gelombang resonansi berdiri.

Frekuensi lain di mana kemampuan *insertion loss* dari *enclosure* bisa dikurangi jika dihubungkan dengan gelombang resonansi berdiri di udara luar antar *enclosure* dan sumber bising. Ini terjadi di mana udara luar di dalam *enclosure* adalah satu bilangan penuh dari separuh gelombang dari bunyi di dalam udara. Kondisi apapun,

dapat dikoreksi melalui penggunaan bagian dalam *enclosure*.

### 2.8.2 Enclosure sebagian (*partial enclosure*).

Pengendalian menggunakan *enclosure* sebagian yang sedikitnya satu samping terbuka atau satu pembukaan yang sangat besar, bila bahannya dapat memenuhi persyaratan kita tidak perlu menggunakan *enclosure* lengkap. *Enclosure* sebagian perlu memisahkan sumber bising dari para pekerja. Itu bermanfaat sebagian besar di dalam memberi efek bayangan untuk para pekerja yang akan terlibat dimedan langsung.

Secara umum, jika *noise reduction* yang diperlukan adalah kurang dari 20 dB, satu *enclosure* sebagian bisa dipertimbangkan atau digunakan.

- *Enclosure* sebagian yang dilapisi (*lined partial enclosure*).

*Enclosure* sebagian harus dilapisi itu sangat penting karena dapat menyerap untuk memperoleh efektivitas maksimum. Untuk frekuensi tinggi pelapisan akustik harus sekitar 2.5 sampai 5.0 cm tebalnya. Sedangkan untuk frekuensi rendah (mencapai puncak di dalam 125 dan 250 Hz pita oktaf), haruslah sama tebal sekitar 10 sampai 20 cm. *Noise reduction* yang disajikan oleh *enclosure* sebagian dengan bunyi bagian dalam dapat menyerap, seperti yang diukur di permukaan mesin, persentase proporsional dari mesin yang terlampir :

$$NR = IL = 10 \log \frac{1}{1 - \% A} \quad (\text{pers 2.5})$$

dimana NR = *noise reduction*, dB.

IL = *insertion loss*, dB.

%A = area *enclosure* dalam persen.

Dengan begitu, semakin melengkapi *enclosure*, semakin besar maka semakin *insertion loss* dan *noise reduction*



sama. Sebagai contoh, jika 50% daerah kena serap, reduksinya 3 dB. Untuk 80% kena serap reduksi 7 dB. Selama 90% kena serap, reduksi hanya 10 dB. Untuk persamaan di atas menunjukkan bahwa untuk mencapai *noise reduction* di sekitar 15 sampai 20 dB atau lebih, harus menggunakan *enclosure* lengkap.

➤ NR dari *enclosure* sebagian.

Yang tersebut di atas persamaan menerapkan hanya untuk satu *enclosure* sebagian yang dilapisi dengan absorpsi sempurna. Dalam praktek ini tidak boleh ada kasus. Secara umum, *noise reduction* karena satu sumber melampirkan dengan satu *enclosure* sebagian dapat diperkirakan dari:

$$NR = 10 \log \left[ \frac{N_k \times S_k}{S_o + \sum \alpha_i S_i} \right] \text{ (pers. 2.6)}$$

Dimana NR = *noise reduction*, dB.

$N_k$  = koefisien radiasi untuk variasi *enclosure* terbuka.

$S_k$  = area variasi terbuka, m<sup>2</sup>.

$S_o$  = total area *enclosure*.

$\alpha_i$  = koefisien absorpsi untuk material didalam *enclosure*.

$S_i$  = area permukaan material didalam *enclosure*, m<sup>2</sup>.

Tabel 2.3 koefisien radiasi untuk fungsi lokasi terbuka.

Lokasi daerah terbuka	Koefisien radiasi ( $N_k$ )
Depan	1.00
Sebelah atau sisi	0.30
Atas	0.30
belakang	0.15

### 2.9 Rugi Transmisi Bunyi (*Transmission Loss*)

Rugi transmisi bunyi yang disingkat TL (*Transmission Loss*) suatu partisi yang dinyatakan dalam dB merupakan ukuran insulasi bunyi. TL sama dengan jumlah dB berkurangnya energi



bunyi datang pada partisi bila melewati struktur. Nilai numerik TL hanya bergantung dari partisi dan berubahnya frekuensi bunyi. Ia bergantung juga pada sifat akustik kedua ruang yang dipisahkan oleh partisi. TL merupakan perbandingan dari daya akustik yang menumbuk dinding dengan daya akustik yang disalurkan pada sisi yang lain dinding atau dapat dinyatakan:<sup>[Leslie</sup>  
L. Doelle dan Dra. Lea Prasetyo, Akustik lingkungan]

$$TL = 10 \log \left( \frac{W_1}{W_2} \right) \quad [\text{JD Irwin, 1979}]$$

$W_1$  = daya akustik yang menumbuk dinding.

$W_2$  = daya akustik yang meradiasikan dinding ke permukaan lain.

Dapat didefinisikan koefisien transmisi sebagai harga kuadrat tekanan yang menumbuk atau sebagai perbandingan daya yang timbul dari suatu sisi dengan daya pada suatu permukaan yang ditumbuk :

$$\tau = \left( \frac{P_{transmis}}{P_{incident}} \right) = \frac{W_1}{W_2} \quad (\text{pers. 2.7}) \quad [\text{JD Irwin, 1979}]$$

$\tau$  = koefisien transmisi.

## 2.10 Komposisi TL untuk dinding partisi (TL of composite partition walls)

Sebuah partisi sering kali tidak terdiri dari satu bahan saja tetapi terdiri dari dua atau lebih kombinasi bahan. Reduksi bising dari partisi tergantung pada energi yang tertransmisi dapat dirumuskan : <sup>[Guidline for control vibration, www..mom.gov.sg]</sup>

$$TL = 10 \log \left( \frac{1}{\bar{\tau}} \right) \quad (\text{pers. 2.8}) \quad [\text{Guidline for control vibration,} \\ \text{www.mom.gov.sg}]$$

Dimana TL = *transmisi loss*, dB.

$\bar{\tau}$  = rata-rata koefisien transmisi.

Dalam menghitung insulasi bunyi pada partisi yang lebih dari satu bahan, diketahui dahulu koefisien masing-masing bahan, sehingga untuk mencari absorpsi koefisien transmisi rata-rata dapat dirumuskan sebagai berikut : <sup>[BJ Smith, 1996]</sup>

$$\begin{aligned} \bar{\tau} &= \left( \frac{\tau_1 S_1 + \tau_2 S_2 + \dots + \tau_n S_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n} \right) \\ &= \sum_{i=1}^n \left( \frac{T_{iS_i}}{S_i} \right) \end{aligned} \quad (\text{pers. 2.9}) \quad \text{[Guidline for control vibration, www.mom.gov.sg]}$$

Dimana  $\tau$  = koefisien transmisi.

$S$  = area setiap bahan.

TL material dapat diestimasi dengan suatu model generalisasi dengan penjelasan sebagai berikut :

- TL untuk frekuensi dibawah dataran (*plateau*) dihitung dari persamaan:

$$TL = 20 \log f + 20 \log m - 48 \quad (\text{pers. 2.10}) \quad \text{[JD Irwin, 1979]}$$

$m$  = massa bahan ( $\text{kg/m}^2$ ).

$k$  = konstanta pada frekuensi (=48).

- Ketika perhitungan TL telah mencapai nilai tertinggi dari dataran (*plateau*), maka TL akan sama tinggi dengan dataran.

Rugi transmisi juga dipengaruhi oleh adanya frekuensi.

Untuk frekuensi rendah TL dipengaruhi oleh ketebalan dari dinding, sedangkan untuk frekuensi tinggi maka TL dipengaruhi oleh massa dari dengung. Perumusan yang berkaitan dengan frekuensi dan densitas permukaan untuk *transmission loss* adalah

$$TL = 20 \log f + 20 \log m - C \quad (\text{pers. 2.11}) \quad \text{[JD Irwin, 1979]}$$

Dimana:  $f$  = frekuensi (Hz).

$m$  = massa bahan ( $\text{kg/m}^2$ ).

= massa jenis x ketebalan bahan.

$C$  = koefisien bahan.

Tabel 2.4 Spesifikasi bahan material dengan *surface density* dan *Plateau height*. [Guideline for control vibration, www.mom.gov.sg]

Jenis bahan	<i>Surface density</i> (kg/m <sup>2</sup> at 1 cm thick)	<i>Plateau height</i> (dB)
<i>Aluminium</i>	27	29
<i>Brick</i>	21	37
<i>Chipboard</i>	6	34
<i>Cinderblock</i>	10	33
<i>Concrete</i>	23	30
<i>Fiber reinforced plastic</i>	17	30
<i>Glass</i>	25	33
<i>Gypsum board</i>	8	31
<i>Hardboard</i>	10	34
<i>Lead</i>	113	56
<i>Lead vinyl</i>	46	60
<i>Plank (pine)</i>	5	20
<i>Plaster</i>	17	30
<i>Plexiglass (Lucite)</i>	11	27
<i>Plywood</i>	6	23
<i>Stainless steel</i>	80	36
<i>Steel, mild</i>	80	40

TL partisi dapat ditentukan dilaboratorium akustik atau dilapangan yaitu bunyi *steady* dihasilkan diruang sumber disalah satu partisi.

Bising mesin dapat terisolasi oleh satu dinding pemisah. Efektivitas tergantung pada kedua-duanya rugi transmisi dinding dan properti akustik yang diterima oleh ruangan tersebut. Reduksi bising atau *noise reduction* (NR) dapat lebih tinggi atau lebih rendah dari TL tergantung pada hubungan antara luas partisi, penyerapan bunyi dalam ruang penerima. Bila insulasi berada pada ruang non *reverberant*, NR akan melampaui TL dengan sekitar 6 dB, yaitu :<sup>[JD Irwin, 1979]</sup>



$$NR = TL + 6 \quad [\text{JD Irwin, 1979}]$$

Sedangkan *sound pressure level* (SPL) dalam satu ruang, dengan satu sumber bunyi dapat dipisahkan dengan dinding pemisah dinyatakan dengan rumus:

$$NR = TL - 10 \log \left[ \frac{S_{\text{wall}}}{A_{\text{room}}} \right] \quad (\text{pers. 2.12}) \quad [\text{Guideline for control vibration, www.mom.gov.sg}]$$

Dimana  $NR = Lp(s) - Lp(r)$   
 $= \text{noise reduction dinding partisi, dB.}$

$$NR = TL \quad [\text{Guideline for control vibration, www.mom.gov.sg}]$$

$Lp(s)$  dan  $Lp(r)$  SPL didalam sumber dan ruang penerima.

$TL = \text{transmission loss, dB.}$

$S_{\text{wall}} = \text{area permukaan dinding partisi, m}^2.$

$A_{\text{room}} = \text{absorpsi ruang dalam ruang penerima, m}^2 \text{ sabine.}$

NR dapat lebih tinggi atau lebih rendah dari TL, tergantung pada hubungan antara luas dan penyerapan bunyi dalam ruang penerima. Dengan menambah luas, terdapat transmisi bising yang lebih banyak dan dengan penambahan penyerapan bunyi, terjadi transmisi bising yang lebih sedikit ke dalam ruang penerima. [Guideline for control vibration, www.mom.gov.sg]

### 2.11 Insertion loss (IL)

Untuk menentukan besarnya peredam dari suatu ruang pelindung dapat digunakan besaran akustik yang disebut *insertion loss*. Besaran ini didefinisikan sebagai beda dari tingkat tekanan bunyi yang dihasilkan oleh sumber bunyi sebelum dan sesudah diberi pelindung, diukur dari pada titik yang sama diluar pelindung dalam bentuk matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$IL = SPL_0 - SPL_1$$

$$IL = Lp_0 - Lp_1$$

$$IL = 10 \text{ Log} \left( \frac{p_0}{p_1} \right) \quad (\text{Pers. 2.13}) \quad [\text{Bj. Smith, 1996}]$$



Dimana  $SPL_0$  = TTB sebelum pelindung.

$SPL_1$  = TTB sesudah pelindung.

$L_{p0}$  = tingkat kebisingan sebelum (dB).

$L_{p1}$  = tingkat kebisingan sesudah (dB).

$\tau$  = koefisien absorpsi rata-rata.

$\alpha$  = koefisien transmisi rata – rata.

Dalam hal ini harga IL mengikuti harga yang diberikan oleh TTB. Bila tekanan bunyi merupakan frekuensi maka harga IL juga merupakan fungsi frekuensi.

IL dari ruang pelindung dengan menggunakan metode IL dibandingkan dengan menggunakan metode NR, karena penggunaan metode NR yang akan mengukur TTB didalam dan diluar sangat sulit dilakukan apabila jika ukuran peredam itu sangat kecil.

Dengan menggunakan metode IL dilakukan perhitungan dengan pengukuran harga tersebut pada suatu posisi tertentu dengan memakai peredam dan tanpa peredam, sehingga pengukuran yang dilakukan lebih mudah dibandingkan dengan menggunakan metode sebelumnya. <sup>[Bj. Smith, 1996]</sup>

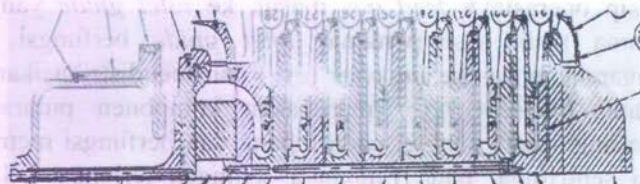
## 2.12 Mesin kompresor LP (*low pressure*) dan HP (*high pressure*)

Kompresor LP (*low pressure*) dan HP (*high pressure*) ini berfungsi untuk menggerakkan *steam* turbin yang mempunyai tekanan 125 kg dan temperatur 500° C. Kompresor LP dan HP sentrifugal merupakan *synthesis gas* sebagai fluida kerjanya yang prinsip operasinya *feed gas* masuk ke *inlet guide* yang tahap pertama pada sesi pertama. *Inlet guide* berfungsi sebagai mengarahkan gas ke *impeller (eye)* dan mendistribusikan secara merata. *Impeller (eye)* merupakan komponen putaran yang terpasang secara *shrink* pada lubang dan berfungsi memberikan gaya sentrifugal pada fluidanya sehingga terlontar keluar dan memberikan properties baru pada gas dengan kenaikan tekanan, kecepatan dan temperatur. Gas tersebut mengalami akselerasi

karena adanya *sentrifugal force* ketika impeller berputar, gas kemudian masuk *diffuser* pada *diaphragma* pertama, *diaphragma* merupakan komponen *solid* internal yang membentuk suatu saluran yang merupakan alur dari gas sebelum masuk ke inlet *guide* dan sesudah keluar dari *impeller*. *Diffuser* ini berpenampang melebar berfungsi untuk mereduksi kecepatan dan menaikkan tekanan gas kemudian masuk *inlet guide* yang tahap kedua dimana proses akan terulang lagi. Setelah gas sampai pada tahap terakhir sesi pertama, gas kemudian masuk ke sesi kedua setelah mengalami proses *intercooler* (pendinginan). Proses di sesi kedua ini sama, hanya jumlah gas yang masuk, *inlet guide* dan *impeller* terlokasi dengan arah yang berlawanan dengan sesi pertama. Setelah melewati *final stage* sesi kedua, gas dikeluarkan dari kompresor dekat dengan *center casing* untuk dilakukan proses selanjutnya. Sama dengan *low pressure*, *high pressure* prinsipnya tidak beda jauh yang berbeda hanya pada tekanan. [Materi training J 103, PT Petrokima Gresik]

Tabel 2.5 Speksifikasi dari kompresor *synthesis gas* [Materi training J 103, PT Petrokima Gresik]

Speksifikasi	Mesin kompresor	
	LP	HP
Temp. Inlet (°C)	37	4.4
Temp. outlet (°C)	114	43.3
Press. Inlet (kg/cm <sup>2</sup> )	31.51	100.73
Press. Outlet (kg/cm <sup>2</sup> )	101.65	179.5
Flow (m <sup>3</sup> /h)	6006	1785
Kecepatan rotor	10460	10460



Gambar 2.4 Kompresor *synthesis gas*. [Buku materi training J 103, PT Petrokima Gresik]

## BAB III METODE PERANCANGAN

Dalam metode perancangan ini dibutuhkan beberapa tahapan dan langkah – langkah yang sistematis dalam pelaksanaannya. Langkah-langkah yang dilakukan dalam perancangan ini adalah sebagai berikut:

### 3.1 Survey pendahuluan

Survey pendahuluan dilakukan untuk mempelajari informasi mengenai kompresor *synthesis gas* di pabrik I PT Petrokimia Gresik serta menentukan kebisingan di lokasi tersebut dan menentukan titik-titik yang dijadikan titik pengukuran kebisingan.

#### 3.1.1 Penentuan objek penelitian.

Pada penelitian ini mengenai kebisingan pada mesin kompresor *synthesis gas* yang digunakan untuk menggerakkan turbin yang berada di pabrik I di PT Petrokimia Gresik. Kompresor *synthesis gas* ini dijadikan objek penelitian dikarenakan penyumbang suara bising tertinggi daripada kompresor lain yang berada tidak jauh dari kompresor *synthesis gas*.

#### 3.1.2 Peralatan yang digunakan.

Peralatan yang dipakai untuk melakukan penelitian adalah dengan menggunakan alat *sound level meter* tipe NL – 31. Alat ukur ini mengkonversi suara menjadi signal elektrik yang diperkuat oleh mikrofon, di proses secara elektronik untuk menghasilkan pembacaan dalam dB.





Gambar 3.1 *Sound level meter* tipe NL -31

### 3.1.3 Penentuan titik ukur.

Pada penelitian ini penentuan titik ukur ditentukan berdasarkan:

- Pada dasarnya pengukuran dilakukan di tempat di mana operator melakukan pemeriksaan dan pemantauan secara intensif.
- Pengukuran harus dilakukan di dekat mesin kompresor *synthesis gas*, berjarak 2 meter dan 5 meter dari sumbernya yaitu kompresor dikarenakan operator berjalan disekitar beberapa meter dari mesin tersebut.
- Tinggi alat ukur sekitar 1,2 meter di atas tanah.

### 3.2 Perumusan masalah

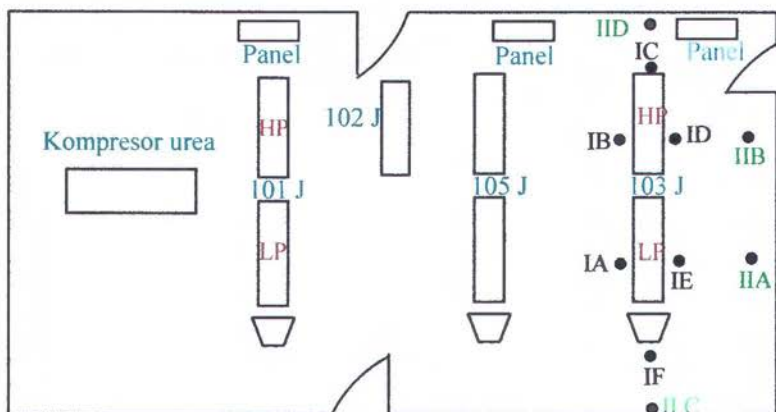
Setelah melakukan survey pendahuluan terhadap objek penelitian kemudian diidentifikasi yang timbul dan ada perumusan masalah yang jelas yaitu bagaimana memilih bahan *enclosure* yang tepat sesuai dengan nilai *transmission loss* serta *noise reduction* dan bagaimana perancangan pemasangan bahan *enclosure* pada dindingnya untuk dicarikan solusi yang tepat.

### 3.3 Pengumpulan data

Data yang akan diambil pada penelitian ini adalah data primer dan mesin keadaan *steady* mulai dari pagi sampai malam.

Pengukuran ini harus dilakukan pada cuaca yang cerah, tidak hujan, kecepatan angin tidak terlalu besar yang meliputi:

Pengukuran dilakukan pada mesin kompresor *synthesis gas* yang belum di *enclosure*. Data pengukuran yang diperoleh yaitu tingkat kebisingan (dBA), dimana dilakukan pengukuran sebanyak 5 kali. Pengukuran kebisingan menggunakan alat *sound level meter* (SLM) type NL-31 merk Orion yang dapat menganalisa tekanan bunyi pada beberapa frekuensi. Pengukuran dengan jarak 2 meter dan 5 meter menggunakan frekuensi 1 oktaf yang dimulai dari 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 KHz, 2 KHz, 4 KHz, sampai 8 KHz.



Gambar 3.2 Denah daerah area kompresor serta titik pengukuran sebelum *enclosure*.

Keterangan :

101 j : kompresor udara

102 j : kompresor *feed gas*

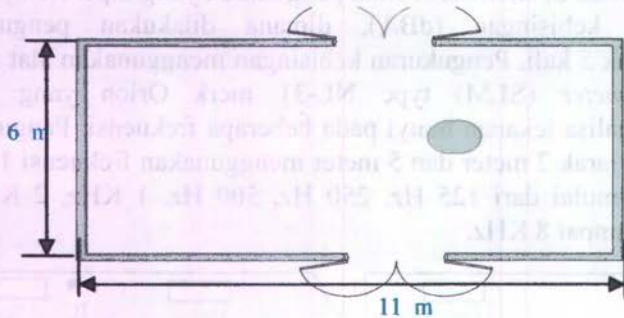
103 j : kompresor *synthesis gas*

105 j : kompresor amoniak

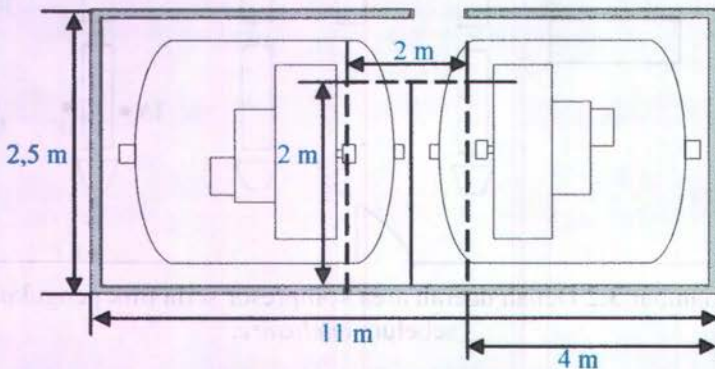
HP (*high pressure*) dan LP (*low pressure*).

Adapun *lay out* kompresor dan pengukuran diperoleh beberapa data sebagai berikut :

- P x l x t dari mesin kompresor adalah 10 x 5 x 2,3 m.
- Lantai kompresor menggunakan semen beton 2 cm.
- Tempat kompresor berada diruang terbuka (*open space*).

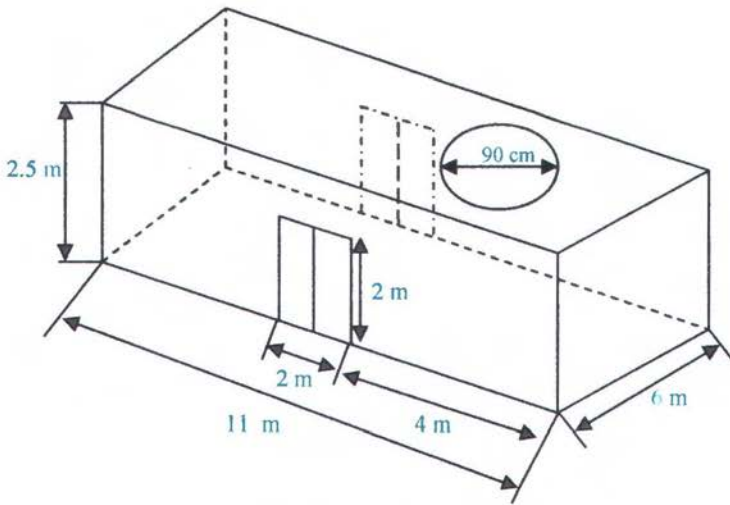


Gambar 3.3 Perancangan *enclosure* tampak atas



Gambar 3.4 Perancangan *enclosure* tampak samping





Gambar 3.5 Perancangan *enclosure*

Keterangan :

Pintu *double* ukuran 2 x 2 m depan dan belakang digunakan untuk jalan masuk operatornya. Lubang atas untuk pipa berdiameter 90 cm, dikarenakan pipa ada pada kompresor *synthesis gas* berguna untuk mengeluarkan gas keluar dari mesin kompresor tersebut. Sedangkan panjang *enclosure* 11 meter dan lebarnya 6 meter, sehingga luas total *enclosure* adalah

$$\begin{aligned}
 S &= 2 \times (P \times l + P \times t + l \times t) \\
 &= 2 \times (11 \times 6 + 11 \times 2,5 + 6 \times 2,5) \\
 &= 217 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

### 3.4 Pengolahan data

Dari data-data kebisingan yang telah diambil kemudian dilakukan pengolahan data melalui perhitungan-perhitungan. Perhitungannya meliputi perhitungan *transmission loss* hasil pengukuran dan untuk menentukan bahan yang sesuai dengan

*enclosure* kemudian dibandingkan nilai *transmission loss* mana yang lebih baik dan bagus untuk peredaman bisingnya.

### 3.5 Analisa data dan pembahasan

Dalam tahap ini dilakukan suatu analisa berdasarkan hasil perhitungan dan pengolahan data yang telah dilakukan. Analisa tersebut meliputi analisa perancangan *enclosure* terhadap mesin kompresor *synthesis gas* serta analisa bahan-bahan *enclosure* dan nilai-nilai *transmission loss* atau *noise reduction* yang direncanakan apa sesuai dengan dengan standar pemerintah.

## BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas perhitungan serta menganalisa hasil perancangan *enclosure*.

### 4.1 Data hasil pengukuran

#### 4.1.1 Data nilai tingkat tekanan bunyi titik pengukuran 2 meter sebelum diberi *enclosure*.

TTB (tingkat tekanan bunyi) diukur dari sumber bising yang berasal dari mesin kompresor *synthesis gas* serta mempunyai dimensi 10 x 5 x 2,3 meter sebelum diberi peredam. Data yang diambil merupakan data primer dari suara mesin kompresor *synthesis gas* dengan mengambil titik pengukuran sebanyak 6 titik dengan jarak 2 meter dan titik pengukuran 4 titik dengan jarak 5 meter yang mewakili semua bagian TTB dari sumber bising dikarenakan diambil 2 m untuk jarak 1 meter untuk jarak antara mesin dan *enclosure* dan untuk jarak 5 m operatornya berjaga dan mengawasi atau memeriksa keadaan mesin tersebut bisa lihat gambar 4.1.

Tabel 4.1 Data pengukuran mesin kompresor *synthesis gas* sebelum *enclosure* dengan jarak 2 meter titik IA.

Pengukuran (Pi)	TTB (dB) pada frekuensi tengah pita-oktaf (Hz)							TTB overall (dB)	dBA
	125	250	500	1K	2K	4K	8K		
P1	72,9	74,6	78,2	87,5	101,8	104,2	94,8	106,5	107,5
P2	71,6	73,6	79,2	88,5	103,6	103,8	95,6	107,1	108,1
P3	70,9	73,3	82,2	87	103,3	104,7	96,8	107,5	108,4
P4	75,9	72,6	79,9	88	106,2	102,6	97,5	108,2	109,2
P5	72,5	73,1	78,9	87,6	103	103	96,1	106,5	107,4
Avg	73,1	73,5	79,9	87,7	103,8	103,7	96,3	107,2	108,2



Tabel 4.2 Data pengukuran mesin kompresor *synthesis gas* sebelum *enclosure* dengan jarak 2 meter titik IB.

Pengukuran (Pi)	TTB (dB) pada frekuensi tengah pita-oktaf (Hz)							TTB overall (dB)	dBA
	125	250	500	1K	2K	4K	8K		
P1	72,8	73,1	77,9	87,2	104	103,5	97,2	107,3	108,2
P2	70,5	71	78,8	87,5	104,4	105,2	95,6	108,1	109,1
P3	73,9	72,6	80,2	87,8	106,2	104	98,9	108,8	109,7
P4	74,6	71,6	78,5	86,5	107,1	104,5	96,1	109,2	110,3
P5	72	71,4	79,2	87	106	106,4	99,1	109,6	110,6
Avg	73	72	79	87,2	105,7	104,8	97,6	108,7	109,7

Tabel 4.3 Data pengukuran mesin kompresor *synthesis gas* sebelum *enclosure* dengan jarak 2 meter titik IC.

Pengukuran (Pi)	TTB (dB) pada frekuensi tengah pita-oktaf (Hz)							TTB overall (dB)	dBA
	125	250	500	1K	2K	4K	8K		
P1	73,9	73,4	76	86,5	104	103	93,6	106,7	107,8
P2	72,8	71,6	77,9	87,1	104	101	91,6	105,8	106,9
P3	70,8	71,1	78,2	86,7	102	104	92,1	106,3	107,3
P4	71,8	72,4	75,2	85,8	105	103	93,9	107,2	108,3
P5	72,2	72,7	76,6	85,9	104	101	94,8	106,1	107,1
Avg	72,4	72,3	76,9	86,4	104	102	93,4	106,4	107,5

Tabel 4.4 Data pengukuran mesin kompresor *synthesis gas* sebelum *enclosure* dengan jarak 2 meter titik ID.

Pengukuran (Pi)	TTB (dB) pada frekuensi tengah pita-oktaf (Hz)							TTB overall (dB)	dBA
	125	250	500	1K	2K	4K	8K		
P1	71,4	71,9	78,7	87	99,7	108	92,6	108,7	109,6
P2	70,1	69,1	79,9	86,4	101	105	94,6	106,7	107,7
P3	70,4	70,6	78	87,8	103	106	96,8	108	108,9
P4	73,7	70,3	79,2	87,5	103	106	97,5	108	108,9
P5	71,7	68,6	78,2	88	105	107	96,1	108,9	109,9
Avg	71,7	70,3	78,9	87,4	103	106	95,8	108,1	109,1

Tabel 4.5 Data pengukuran mesin kompresor *synthesis gas* sebelum *enclosure* dengan jarak 2 meter titik IE.

Pengukuran (Pi)	TTB (dB) pada frekuensi tengah pita-oktaf (Hz)							TTB overall (dB)	dBA
	125	250	500	1K	2K	4K	8K		
P1	73,1	69,4	77,1	85,7	105	106	97,4	108,4	109,4
P2	73,4	71,5	77,4	85,9	106	107	96,1	109,6	110,6
P3	71,1	73,5	77,9	86,4	105	104	96,8	107,7	108,7
P4	72,9	71,3	77,7	86	104	107	96	109,4	110,3
P5	72,5	71,1	78,9	86,5	105	106	95,6	108,4	109,4
Avg	72,7	71,6	77,8	86,1	105	106	96,4	108,8	109,7

Tabel 4.6 Data pengukuran mesin kompresor *synthesis gas* sebelum *enclosure* dengan jarak 2 meter titik IF.

Pengukuran (Pi)	TTB (dB) pada frekuensi tengah pita-oktaf (Hz)							TTB overall (dB)	dBA
	125	250	500	1K	2K	4K	8K		
P1	71,4	71,6	73,7	83,7	102	98	92,9	103,7	104,7
P2	73,1	72,1	76,7	83,5	103	99,7	93,9	104,8	105,8
P3	73,8	68,6	74,8	84	103	100	90,1	105	106
P4	71,1	71,8	75,7	84,7	105	98,6	90,6	105,7	106,8
P5	72,5	73,7	77,1	84,4	102	100	91,1	104,4	105,4
Avg	72,5	71,8	75,8	84,1	103	99,4	92	104,8	105,8

• Data analisa titik pengukuran 2 meter.

Bahwa titik pengukuran jarak 2 meter berdasarkan tabel 4.11 TTB tertinggi frekuensi tengah pita oktaf berada di titik IB dan ID dengan nilai rata – rata yaitu 109.7 dBA sedangkan TTB terendah berada di titik IF nilai rata-rata yaitu 105.8 dBA.

4.1.2 Data Data nilai tingkat tekanan bunyi titik pengukuran 5 meter sebelum diberi enclosure.

Pengukuran data titik pengukuran adalah data primer dan menggunakan frekuensi 1 oktaf yang dimulai dari 125 Hz, 250Hz, 500 Hz, 1 KHz, 2 KHz, 4 KHz, sampai 8 KHz dengan jarak 5 meter dari sumber bising. Dibawah ini tabel titik pengukuran mesin kompresor dari jarak 5 meter yaitu:



Tabel 4.7 Data pengukuran mesin kompresor *synthesis gas* sebelum *enclosure* dengan jarak 5 meter titik IIA.

Pengukuran (Pi)	TTB (dB) pada frekuensi tengah pita-oktaf (Hz)							TTB overall (dB)	dBA
	125	250	500	1K	2K	4K	8K		
P1	68,1	71,1	77,8	83,5	99,5	101	91,1	103,6	104,6
P2	68,7	70,1	77,6	84,4	99,8	98	92,1	102,5	102,9
P3	69,6	69,1	74,7	83,2	98,5	99,5	93,1	102,6	103,5
P4	67,3	72,2	75,2	84,7	97,8	100	89,9	102,4	103,3
P5	67,6	70,6	75,7	83,7	98,3	101	93,2	103,1	104
Avg	68,3	70,7	76,4	83,9	98,8	99,9	92	102,9	103,7

Tabel 4.8 Data pengukuran mesin kompresor *synthesis gas* sebelum *enclosure* dengan jarak 5 meter titik IIB.

Pengukuran (Pi)	TTB (dB) pada frekuensi tengah pita-oktaf (Hz)							TTB overall (dB)	dBA
	125	250	500	1K	2K	4K	8K		
P1	68,5	72	76,2	84,6	103	102	92,6	105,6	106,7
P2	70,1	74	77,5	85	102	102	91,1	105,2	106,2
P3	67,8	73,6	76	86	101	101	91,2	104,5	105,5
P4	69,8	71,6	77,7	86,2	103	104	93,3	106,6	107,6
P5	71,1	74,6	76,9	85,2	102	103	91,6	105,6	106,6
Avg	69,6	73,3	76,9	85,4	102	102	92	105,5	106,6

Tabel 4.9 Data pengukuran mesin kompresor *synthesis gas* sebelum *enclosure* dengan jarak 5 meter titik IIC.

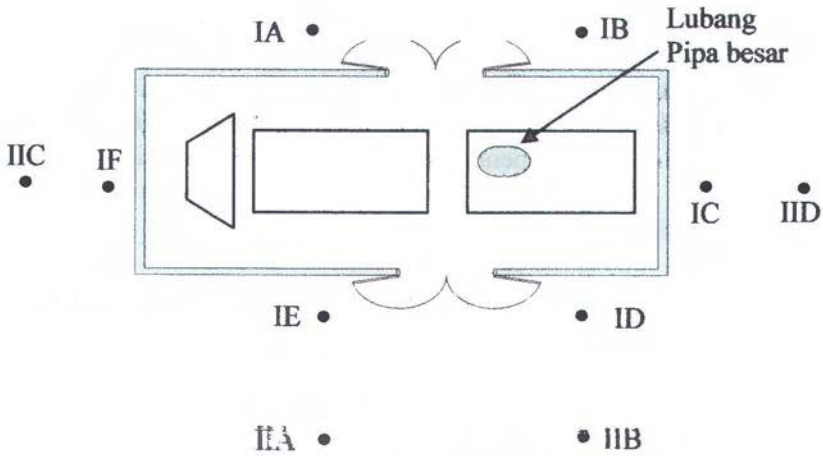
Pengukuran (Pi)	TTB (dB) pada frekuensi tengah pita-oktaf (Hz)							TTB overall (dB)	dBA
	125	250	500	1K	2K	4K	8K		
P1	72.9	75.1	78.6	88.2	102.3	104	95.5	106.7	107.6
P2	72.6	74.3	79.2	88	102.8	104.5	96.1	107.2	108.1
P3	72.3	74	82.2	87.7	103.3	103.4	97.1	106.9	107.8
P4	73.1	73.6	80	87	103.8	102.7	97.9	106.9	107.8
P5	73.6	74.6	79.6	87.5	102.9	103.7	96.8	106.8	107.7
Avg	72.9	74.3	80.1	87.7	103	103.7	96.8	106.9	107.8

Tabel 4.10 Data pengukuran mesin kompresor *synthesis gas* sebelum *enclosure* dengan jarak 5 meter titik IID.

Pengukuran (Pi)	TTB (dB) pada frekuensi tengah pita-oktaf (Hz)							TTB overall (dB)	dBA
	125	250	500	1K	2K	4K	8K		
P1	61,8	64	71	83,3	99,5	103	93,9	104,8	105,7
P2	61,6	61,4	72	82,8	101	101	93,1	104,2	105,2
P3	64,1	62,5	70,8	83,4	101	101	91,9	104,2	105,1
P4	64,8	63,1	69,9	82,6	99,8	102	92,5	104,3	104,9
P5	61,1	61,6	71,4	84	102	100	94,1	104,6	105,5
Avg	62,9	62,6	71,1	83,2	101	101	93,2	104,4	105,3

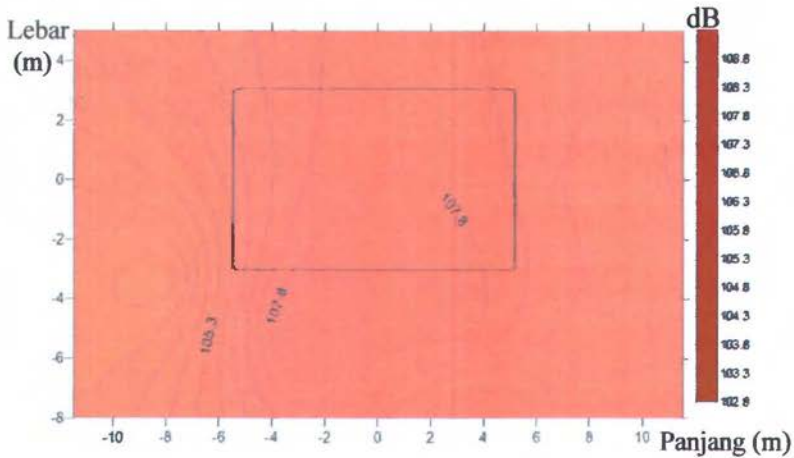
- Data analisa titik pengukuran 5 meter.

Bahwa titik pengukuran jarak 5 meter berdasarkan tabel 4.12 TTB tertinggi frekuensi tengah pita oktaf berada di titik IID dengan nilai rata-rata yaitu 107,8 dBA sedangkan TTB terendah berada di titik IIA nilai rata-rata yaitu 103,7 dBA.



Gambar 4.1 Titik pengukuran.

Perhitungan nilai TTB keseluruhan semua frekuensi dari jarak 2 meter dan 5 meter yang ada di tabel 4.1 sampai sampai tabel 4.10 dengan menggunakan persamaan 2.2.



Gambar 4.2 Mapping noise sebelum diberi enclosure



Gambar 4.2 menunjukkan *mapping noise* ini menggunakan *software surfer 8* berguna untuk melihat area bising sebuah area atau wilayah apakah ini area bising tinggi atau tidak, seperti gambar 4.2 dimana area sekitar mesin kompresor sebelum diberi *enclosure* terlihat bising paling tinggi 107,8 dB, hal ini disebabkan pengaruh dari perputaran mesinnya yang mencapai lebih dari 10.000 rpm dan juga pengaruh dari bunyi bising mesin lainnya.

#### **4.2 Noise reduction sama dengan transmission loss dari hasil pengukuran**

Seperti dijelaskan pada bab II bahwa nilai *noise reduction* sama dengan nilai *transmission loss* jika Nilai TL ditambahkan 5 dB. Untuk penambahan 5 dB ini apabila antisipasi terjadi kebocoran pada *enclosure* tersebut dapat dinyatakan :

$$NR = TL + 5 \text{ dB}$$

Maka,

$$NR = TL = SPL_{\text{sebelum}} - SPL_{\text{sesudah}}$$

Berikut ini akan dihitung nilai *noise reduction* yang sama nilainya *transmission loss* hasil pengukuran. Nilai *noise reduction* ini diberi *noise criteria* level nilainya 85 dBA. Hasil dapat dilihat dari tabel 4.13 sampai tabel 4.22 dan gambar 4.1 grafik dari nilai *noise reduction* atau *insertion loss*.

Tabel 4.13 Hasil perhitungan *noise reduction* dengan jarak 2 meter untuk titik pengukuran IA.

		<i>Noise reduction</i> (dB) titik pengukuran IA						
		125	250	500	1K	2K	4K	8K
1	Lp dB	73.1	73.5	79.9	87.7	103.8	104	96.3
2	Kriteria 85 dBA	96	86	79	76	75	74	73
3	NR yang diberi	-	-	0.9	11.7	28.8	30	23.3
4	<i>Safety allowance</i>	-	-	5	5	5	5	5
5	TL	-	-	5.9	16.7	33.8	35	28.3

Tabel 4.14 Hasil perhitungan *noise reduction* dengan jarak 2 meter untuk titik pengukuran IB.

		<i>Noise reduction</i> (dB) titik pengukuran IB						
		125	250	500	1K	2K	4K	8K
1	Lp dB	73	72	79	87.2	105.7	104.8	97.6
2	Kriteria 85 dBA	96	86	79	76	75	74	73
3	NR yang diberi	-	-	0	11.2	30,7	30,8	24,6
4	<i>Safety allowance</i>	-	-	5	5	5	5	5
5	TL	-	-	5	16.2	35.7	35.8	29.6

Tabel 4.15 Hasil perhitungan *noise reduction* dengan jarak 2 meter untuk titik pengukuran IC.

		<i>Noise reduction</i> (dB) titik pengukuran IC						
		125	250	500	1K	2K	4K	8K
1	Lp dB	72.4	72.3	76.9	86.4	103.8	102.4	93.4
2	Kriteria 85 dBA	96	86	79	76	75	74	73
3	NR yang diberi	-	-	-	10.4	28.8	28.4	20.4
4	<i>Safety allowance</i>	-	-	-	5	5	5	5
5	TL	-	-	-	15.4	33.8	33.4	25.4

Tabel 4.16 Hasil perhitungan *noise reduction* dengan jarak 2 meter untuk titik pengukuran ID.

		<i>Noise Reduction</i> (dB) titik pengukuran ID						
		125	250	500	1K	2K	4K	8K
1	Lp dB	71.7	70.3	78.9	87.4	102.5	106.3	95.8
2	Kriteria 85 dBA	96	86	79	76	75	74	73
3	NR yang diberi	-	-	-	11.4	27.5	32.3	22.8
4	<i>Safety allowance</i>	-	-	-	5	5	5	5
5	TL	-	-	-	16.4	32.5	37.3	27.8



Tabel 4.17 Hasil perhitungan *noise reduction* dengan jarak 2 meter untuk titik pengukuran IE.

		<i>Noise reduction</i> (dB) titik pengukuran IE						
		125	250	500	1K	2K	4K	8K
1	Lp dB	72.7	71.6	77.8	86.1	105	106	96.4
2	Kriteria 85 dBA	96	86	79	76	75	74	73
3	NR yang diberi	-	-	-	10.1	30	32	23.4
4	<i>Safety allowance</i>	-	-	-	5	5	5	5
5	TL	-	-	-	15.1	35	37	28.4

Tabel 4.18 Hasil perhitungan *noise reduction* dengan jarak 2 meter untuk titik pengukuran IF.

		<i>Noise reduction</i> (dB) titik pengukuran IF						
		125	250	500	1K	2K	4K	8K
1	Lp dB	72.5	71.8	75.8	84.1	102.9	99.4	92
2	Kriteria 85 dBA	96	86	79	76	75	74	73
3	NR yang diberi	-	-	-	8.1	27.9	25.4	19
4	<i>Safety allowance</i>	-	-	-	5	5	5	5
5	TL	-	-	-	13.1	32.9	30.4	24

Tabel 4.19 Hasil perhitungan *noise reduction* dengan jarak 5 meter untuk titik pengukuran IIA.

		<i>Noise reduction</i> (dB) titik pengukuran IIA							
		125	250	500	1K	2K	4K	8K	
1	Lp dB	68.3	70.7	76.4	83.9	98.8	99.9	92	
2	Kriteria dBA	85	96	86	79	76	75	74	73
3	NR yang diberi	-	-	-	7.9	23.8	25.9	19	
4	<i>Safety allowance</i>	-	-	-	5	5	5	5	
5	TL	-	-	-	12.9	28.8	30.9	24	

Tabel 4.20 Hasil perhitungan *noise reduction* dengan jarak 5 meter untuk titik pengukuran IIB.

		<i>Noise reduction</i> (dB) titik pengukuran IIB							
		125	250	500	1K	2K	4K	8K	
1	Lp dB	69.6	73.3	76.9	85.4	102.2	102.4	92	
2	Kriteria dBA	85	96	86	79	76	75	74	73
3	NR yang diberi	-	-	-	9.4	27.2	28.4	19	
4	<i>Safety allowance</i>	-	-	-	5	5	5	5	
5	TL	-	-	-	14.4	32.2	33.4	24	

Tabel 4.21 Hasil perhitungan *noise reduction* dengan jarak 5 meter untuk titik pengukuran IIC.

		<i>Noise Reduction</i> (dB) titik pengukuran IIC						
		125	250	500	1K	2K	4K	8K
1	Lp dB	62.9	62.6	71.1	83.2	100.6	101.4	93.2
2	Kriteria 85 dBA	96	86	79	76	75	74	73
3	NR yang diberi	-	-	-	7.2	25.6	27.4	20.2
4	<i>Safety allowance</i>	-	-	-	5	5	5	5
5	TL	-	-	-	12.2	30.5	32.4	25.2

Tabel 4.22 Hasil perhitungan *noise reduction* dengan jarak 5 meter untuk titik pengukuran IID.

		<i>Noise Reduction</i> (dB) titik pengukuran IIC						
		125	250	500	1K	2K	4K	8K
1	Lp dB	62.9	62.6	71.1	83.2	100.6	101.4	93.2
2	Kriteria 85 dBA	96	86	79	76	75	74	73
3	NR yang diberi	-	-	-	7.2	25.6	27.4	20.2
4	<i>Safety allowance</i>	-	-	-	5	5	5	5
5	TL	-	-	-	12.2	30.5	32.4	25.2

### **4.3 Pembahasan *noise reduction* atau *transmission loss* hasil pengukuran**

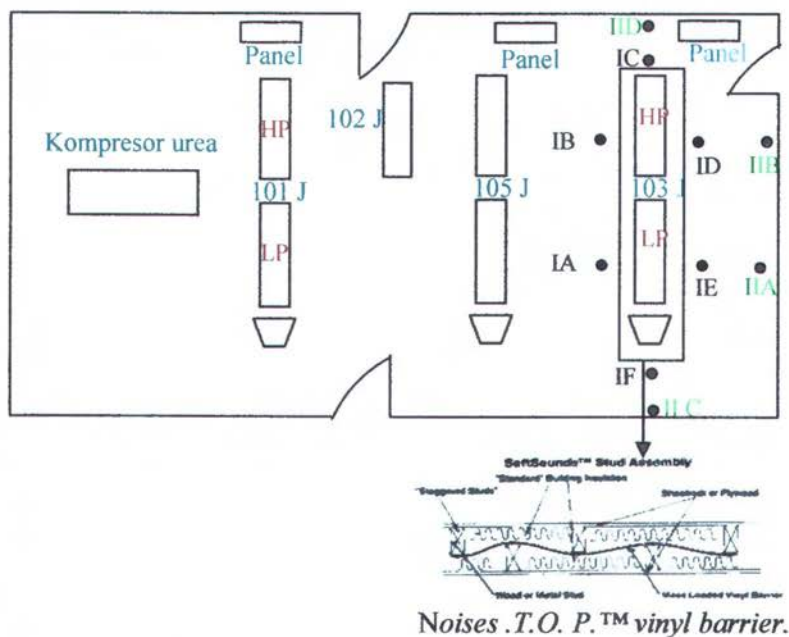
Setelah mengolah hasil pengambilan data bahwa nilai *transmission loss* rata-rata ternyata berada pada frekuensi 1KHz sampai dengan 8 KHz dan ada beberapa titik pengukuran nilai *transmission loss* berada di frekuensi 500 Hz sampai dengan 8



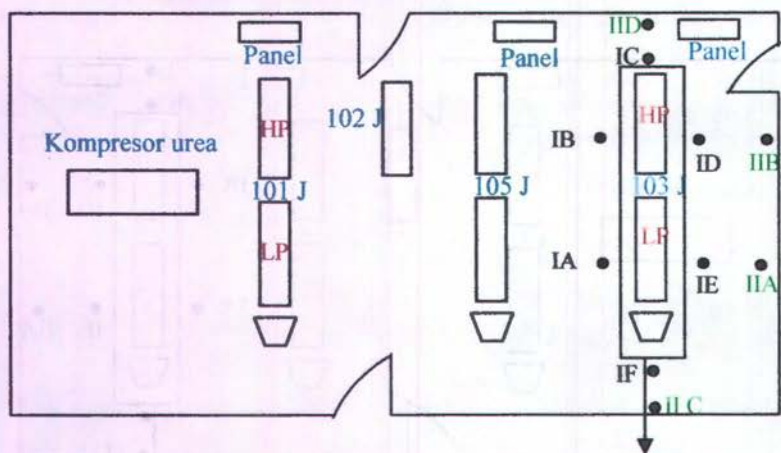
KHz yaitu di titik pengukuran IA, IB dan IID. Dari semua titik pengukuran telah diperoleh hasil nilai *transmission loss* dari mulai terkecil 5 dB sampai dengan 37,3 dB. Dengan diperoleh hasil *transmission loss* tersebut maka ditentukan bahan yang cocok untuk meredam bunyi mesin kompresor tersebut, ada dua bahan material untuk diuji peredamannya yaitu *Noises .T.O. P.™ Vinyl Barrier* atau *mass loaded vinyl noise barrier* (untuk spesifikasinya lihat lampiran E) yang merupakan bahan jadi dari pabrik kemudian *polycarbonate* (untuk spesifikasinya lihat lampiran F) yang merupakan barang jadi. Kemudian lihat gambar 4.3 area kompresor dimana perancangan enclosure pada kompresor *synthesis gas* dengan bahan *mass loaded vinyl noise barrier* sedangkan gambar 4.5 dengan bahan yang kedua *polycarbonate* serta data tabel nilai *transmission loss* milik dari bahan material *mass loaded vinyl noise barrier* dan *polycarbonate* diprbandingkan dengan hasil *transmission loss* hasil pengukuran serta gambar grafiknya :

Tabel 4.23 Nilai *transmission loss* bahan *mass loaded vinyl noise barrier* dan *polycarbonate*.

<i>Noise transmission loss (dB) per octave band (HZ)</i>						
Bahan	125	250	500	1K	2K	4K
<i>Mass Loaded Vinyl Noise Barrier, 2 lb PSF</i>	16	22	26	32	35	40
<i>Polycarbonate, 6 lb PSF</i>	23	23	23	24	36	36



Gambar 4.3 Denah area kompresor setelah diberi *enclosure* bahan produk bernama *Noises .T.O. P.™ vinyl barrier* pada kompresor *synthesis gas*.



*polycarbonate.*

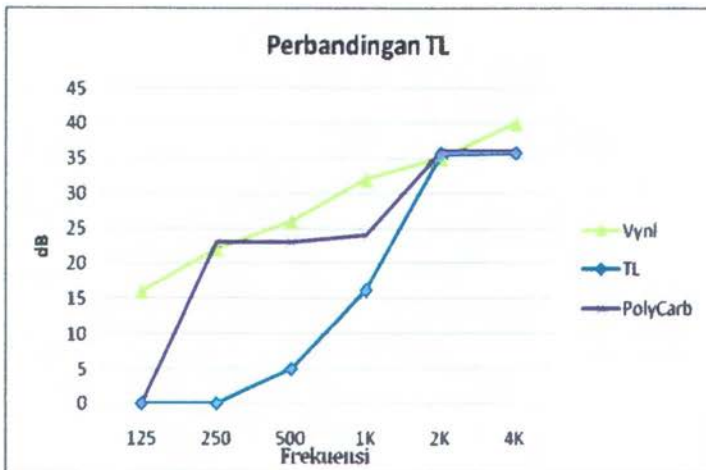
Gambar 4.4 Denah area kompresor setelah diberi *enclosure* bahan *polycarbonate* dari *AcoustiClear™* by *Quilite International* pada kompresor *synthesis gas*.

Gambar 4.3 dan gambar 4.4 menunjukkan kompresor *synthesis gas* diberi *enclosure* dengan bahan produk jadi yang bernama *Noises .T.O. P.™ vinyl barrier (mass loaded vinyl noise barrier)* dan *polycarbonate* disini akan diukur kembali nilai TTB nya setelah ditetapkan nilai *transmission loss* sesuai dengan jumlah beban total keseluruhan, kalau *mass loaded vinyl noise barrier* ada beberapa macam (lihat spesifikasi dilampiran E) dalam penelitian ini menggunakan beban total 2 lb / psf (*pound square feet*), sedangkan *polycarbonate* nilai *transmission loss* hanya satu pada beban totalnya (lihat spesifikasinya di lampiran F).

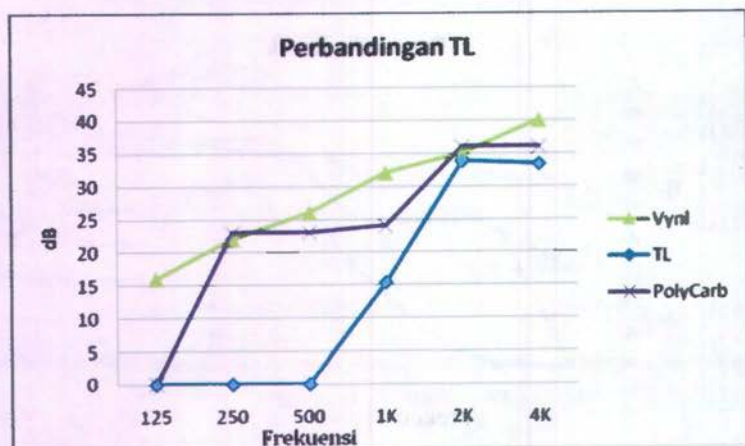




Gambar 4.5 Grafik nilai *transmission loss* pada jarak 2 meter untuk titik IA.



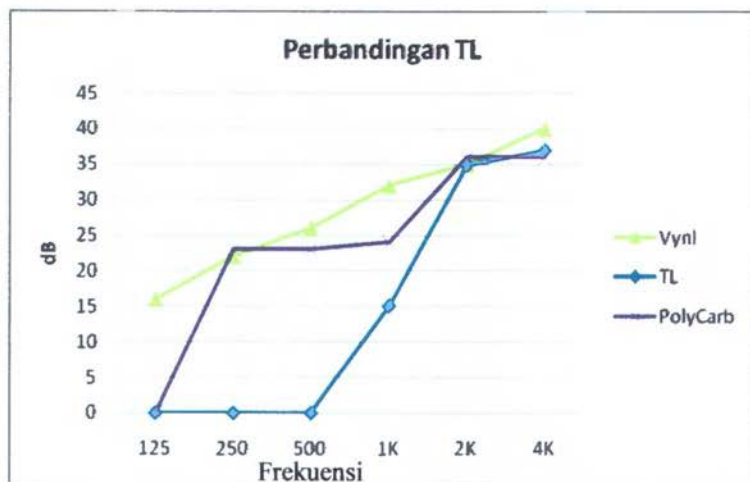
Gambar 4.6 Grafik nilai *transmission loss* pada jarak 2 meter untuk titik IB.



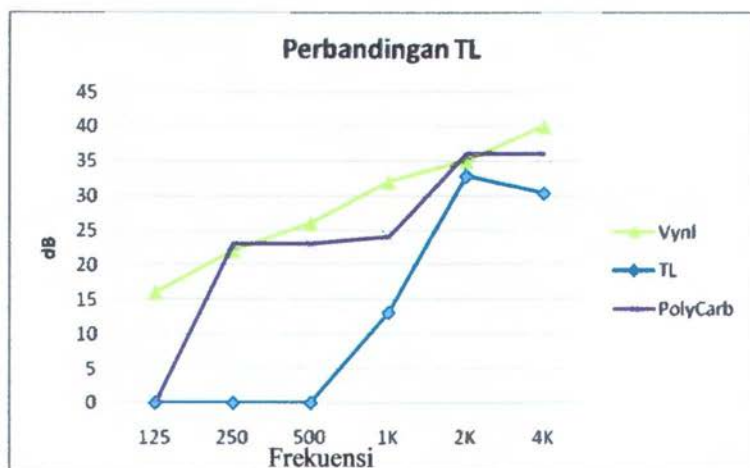
Gambar 4.7 Grafik nilai *transmission loss* pada jarak 2 meter untuk titik IC.



Gambar 4.8 Grafik nilai *transmission loss* pada jarak 2 meter untuk titik ID.

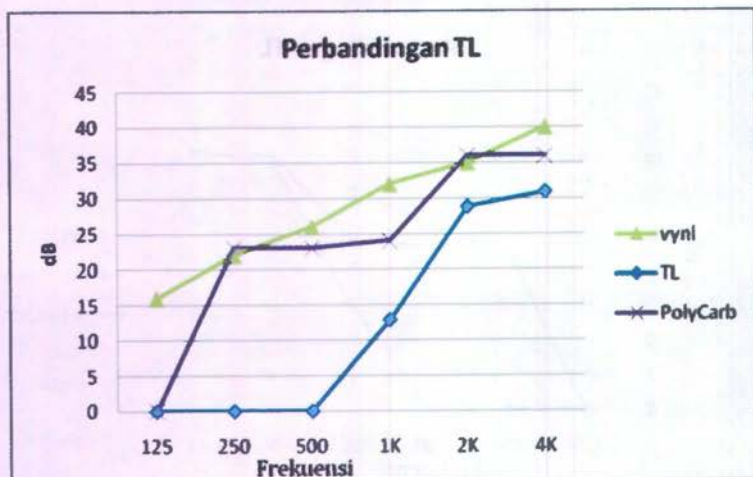


Gambar 4.9 Grafik nilai *transmission loss* pada jarak 2 meter untuk titik IE.

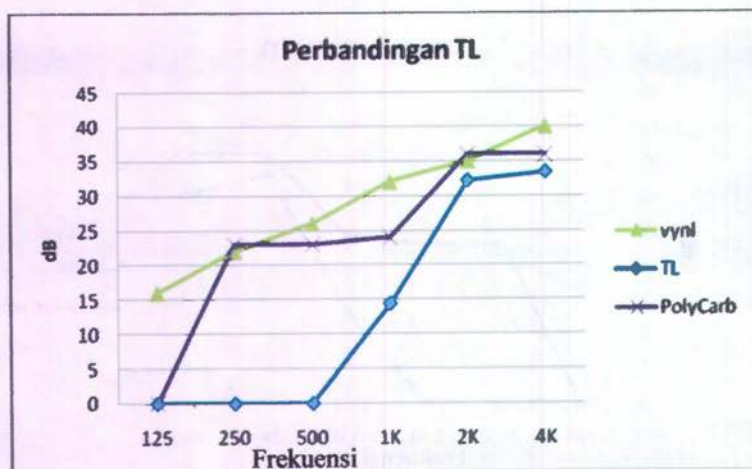


Gambar 4.10 Grafik nilai *transmission loss* pada jarak 2 meter untuk titik IF.

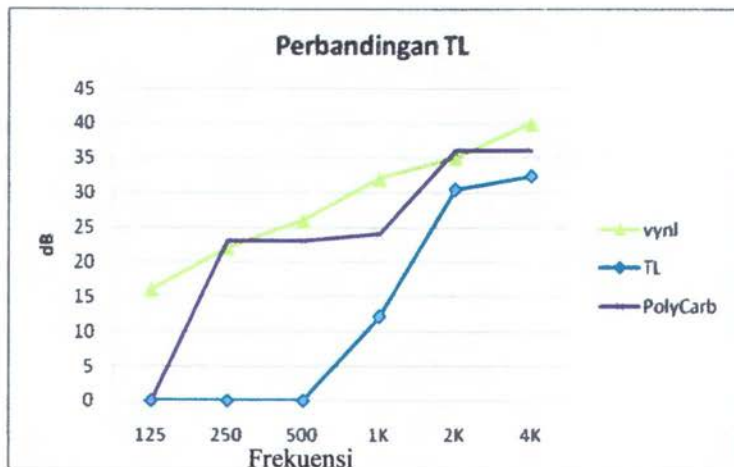




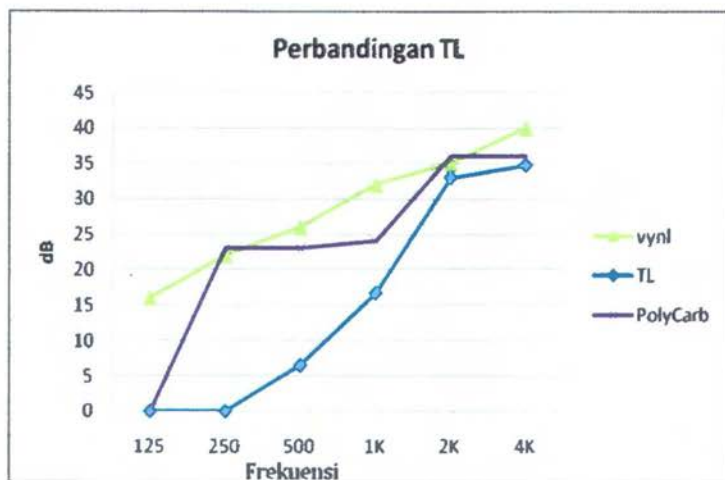
Gambar 4.11 Grafik nilai *transmission loss* pada jarak 5 meter untuk titik IIA.



Gambar 4.12 Grafik nilai *transmission loss* pada jarak 5 meter untuk titik IIB.



Gambar 4.13 Grafik nilai *transmission loss* pada jarak 5 meter untuk titik IIC.



Gambar 4.14 Grafik nilai *transmission loss* pada jarak 5 meter untuk titik IID.

#### **4.4 Pembahasan noise reduction atau transmission loss hasil pengukuran TTB setelah diberi Peredaman**

Bahwa dilihat dari gambar grafik 4.5 sampai 4.14 diatas nilai *transmission loss* dari bahan *mass loaded vinyl noise barrier* lebih baik peredaman bunyinya daripada hasil *transmission loss* dari perhitungan dan bahan *polycarbonate*, sehingga bahan *enclosure* untuk peredaman suara untuk mesin kompresor yang paling baik adalah bahan *mass loaded vinyl noise barrier*. Karena bahan *mass loaded vinyl noise barrier* mempunyai *transmission loss* paling tinggi nilainya. Kalau nilai *transmission loss* makin tinggi maka semakin baik dan bagus untuk mereduksi bunyi dari sebuah mesin kompresor *synthesis gas*.

Hasil dari ketiga nilai *transmission loss* diatas maka nilai TTB dibawah ini sbagai bcrikut :

Tabel 4.24 Hasil TTB pada jarak 2 meter setelah diberi nilai *transmission loss* hasil perhitungan.

titik Pengukuran	TTB (dB) pada frekuensi tengah pita-oktaf (Hz)						TTB overall (dB)	dBA
	125	250	500	1K	2K	4K		
IA	73,1	73,5	74	71	70	69	79,9	77,1
IB	73	72	74	71	70	69	79,6	77
IC	72,4	72,3	71	71	70	69	78,9	76,5
ID	71,7	70,3	73	71	70	69	78,8	76,7
IE	72,7	71,6	72,1	71	70	69	79	76,6
IF	72,5	71,8	70,1	71	70	69	78,7	76,3



Tabel 4.25 Hasil TTB pada jarak 2 meter setelah diberi nilai *transmission loss* bahan *mass loaded vinyl noise barrier*.

titik Pengukuran	TTB (dB) pada frekuensi tengah pita-oktaf (Hz)						TTB overall (dB)	dBA
	125	250	500	1K	2K	4K		
IA	57,1	51,5	53,9	55,7	68,8	64	70,6	71,4
IB	57	50	53	55,2	70,7	64,4	71,9	72,9
IC	56,4	50,3	50,9	54,4	68,8	62,4	70,1	71
ID	55,7	48,2	52,9	55,4	67,5	66,3	70,4	71,2
IE	56,7	49,6	51,8	54,1	70	66	71,7	72,7
IF	56,5	49,8	49,8	52,1	67,9	59,4	68,9	69,8

Tabel 4.26 Hasil TTB pada jarak 2 meter setelah diberi nilai *transmission loss* pada bahan *polycarbonate*.

titik Pengukuran	TTB (dB) pada frekuensi tengah pita-oktaf (Hz)						TTB overall (dB)	dBA
	125	250	500	1K	2K	4K		
IA	73,1	50,5	56,9	63,7	67,8	68	75,5	72,8
IB	73	49	56	63,2	69,7	68,6	75,9	73,8
IC	72,4	49,3	53,9	62,4	67,8	66,4	74,7	72
ID	71,7	47,3	55,9	63,4	66,5	70,3	75,1	73,4
IE	72,7	48,6	54,8	62,1	69	70	75,9	74
IF	72,5	48,8	52,8	60,1	66,9	63,4	74,2	70,3

Tabel 4.27 Hasil TTB pada jarak 5 meter setelah diberi nilai *transmission loss* pada perhitungan.

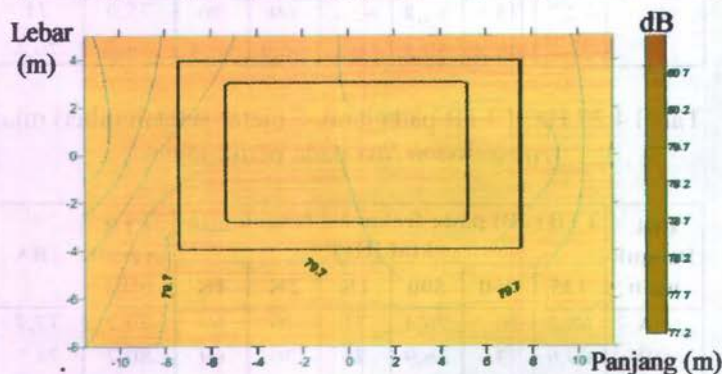
titik Pengukuran	TTB (dB) pada frekuensi tengah pita-oktaf (Hz)						TTB overall (dB)	dBA
	125	250	500	1K	2K	4K		
IIA	68,3	70,7	76,4	71	70	69	79,7	77,7
IIB	69,6	73,3	76,9	71	70	69	80,7	78,5
IIC	62,9	62,6	71,1	71	70	69	77,2	76,3
IID	72,9	74,3	73,6	71	70	69	80,3	77

Tabel 4.28 Hasil TTB pada jarak 5 meter setelah diberi nilai *transmission loss* bahan *mass loaded vinyl noise barrier*.

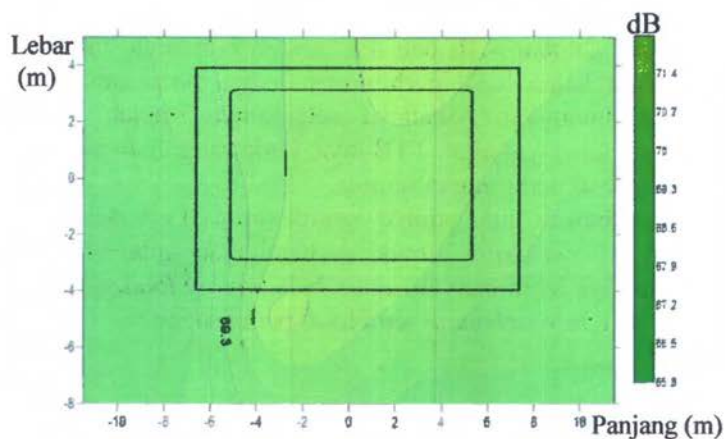
titik Pengukuran	TTB (dB) pada frekuensi tengah pita-oktaf (Hz)						TTB overall (dB)	dBA
	125	250	500	1K	2K	4K		
IIA	52	48.7	50.4	51.9	63.8	59.9	65.9	66.6
IIB	53.3	51.3	50.9	53.4	67.2	62.4	68.8	69.7
IIC	46.9	40.6	45.1	51.9	65.6	61.4	67.2	68.3
IID	56.9	52.3	54.1	55.7	68	63.7	70	70.7

Tabel 4.29 Hasil TTB pada jarak 5 meter setelah diberi nilai *transmission loss* pada bahan *polycarbonate*.

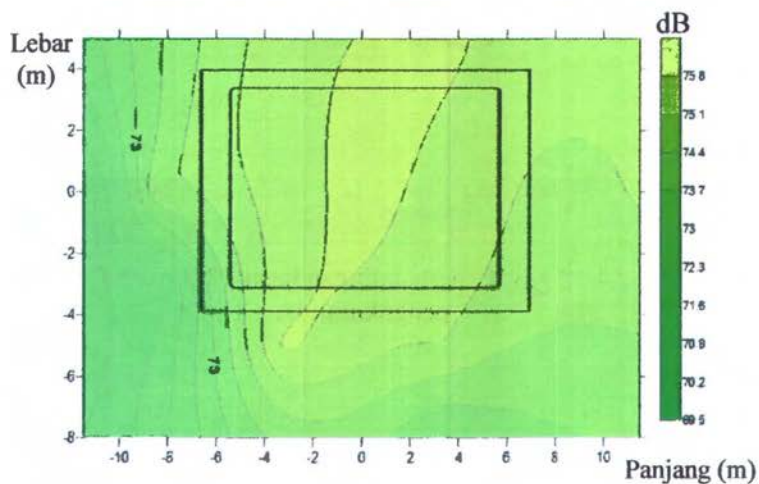
titik Pengukuran	TTB (dB) pada frekuensi tengah pita-oktaf (Hz)						TTB overall (dB)	dBA
	125	250	500	1K	2K	4K		
IIA	68,3	47,7	53,4	59,9	62,8	63,9	70,9	68,4
IIB	69,6	50,3	53,9	61,4	66,2	66,4	72,9	71,8
IIC	62,9	39,6	48,1	59,2	64,6	65,4	69,6	69,6
IID	72,9	51,3	57,1	63,7	67	67,7	75,2	72,3



Gambar 4.15 *Mapping noise* hasil TTB overall dari hasil perhitungan setelah dikurangi nilai TL pada tabel 4.14 – 4.22.



Gambar 4.16 *Mapping noise* hasil TTB overall setelah diberi peredaman bahan *mass loaded vinyl noise barrier*.



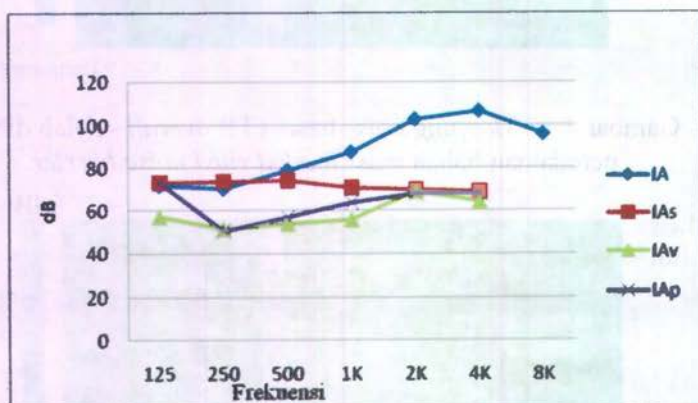
Gambar 4.17 *Mapping noise* hasil TTB overall setelah diberi peredaman bahan dari *polycarbonate*.

Gambar 4.15- 4.17 menunjukkan di *mapping noise* terdapat gambar kedua kotak dimana kotak yang berada didalam adalah mesin kompresor dan kotak kedua adalah *enclosure* hasil



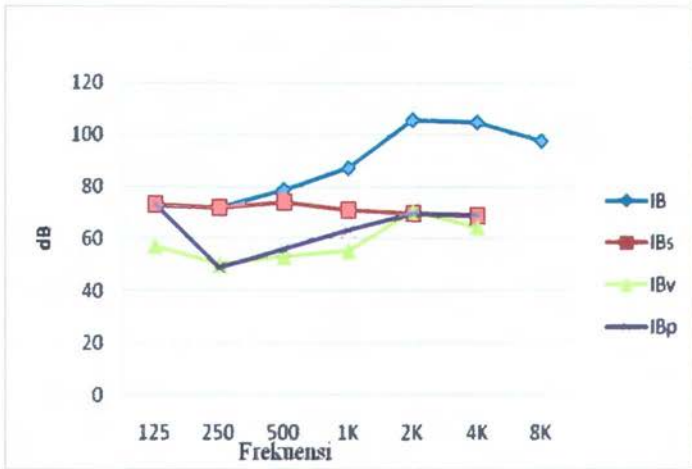
perhitungan dari *mapping noise* masih berwarna *orange* sedangkan gambar 4.16 dan 4.17 sudah berwarna hijau, hal ini disebabkan kalau hasil perhitungan hanya perkiraan penelitian sebelum ditentukan bahannya selanjutnya setelah ditentukan bahannya hasilnya nilai TTB nya berkurang banyak sehingga melebihi hasil perhitungan semula.

Dibawah ini gambar grafik nilai TTB sebelum dan sesudah di *enclosure* untuk perbandingan nilai TTB mana berkurangnya lebih banyak antara bahan *mass loaded vinyl noise barrier* dan *polycarbonate* serta hasil perhitungan :

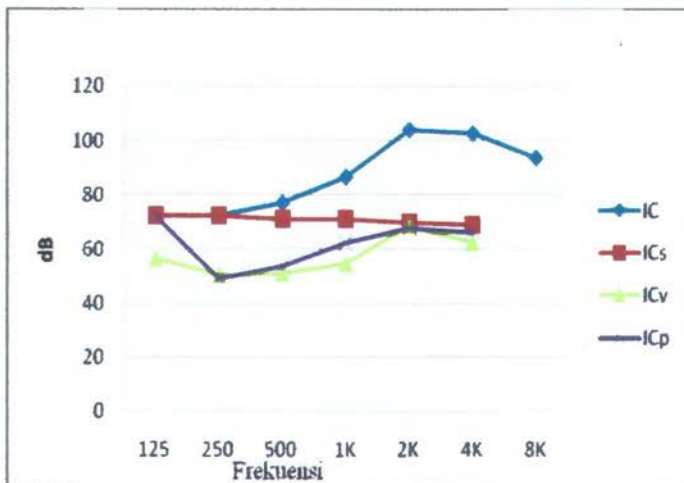


Gambar 4.18 grafik perbandingan hasil TTB *overall* di titik pengukuran IA,

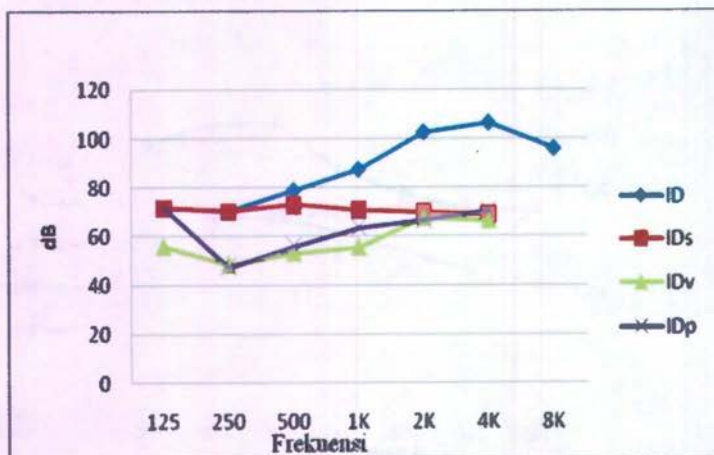




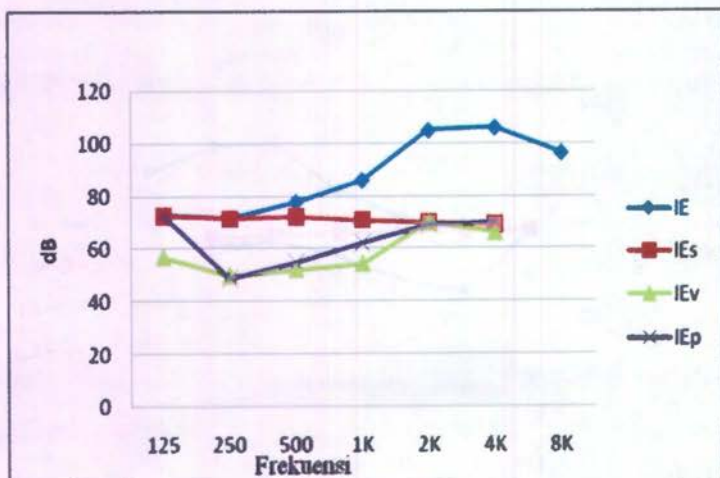
Gambar 4.19 grafik perbandingan hasil TTB *overall* di titik pengukuran IB.



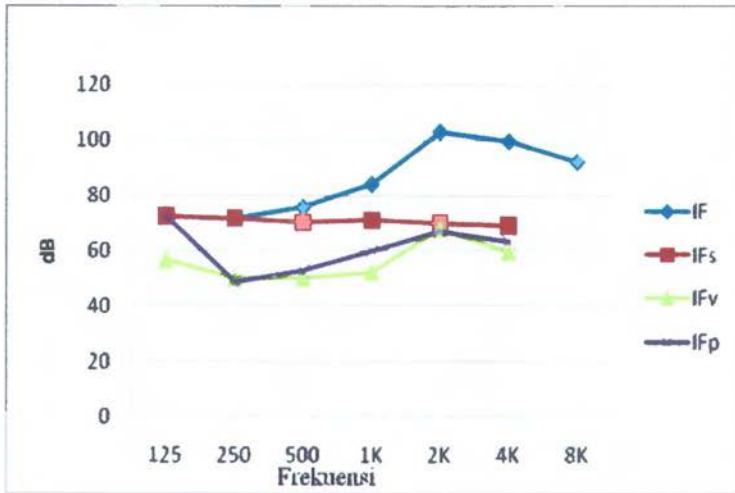
Gambar 4.20 grafik perbandingan hasil TTB *overall* di titik pengukuran IC.



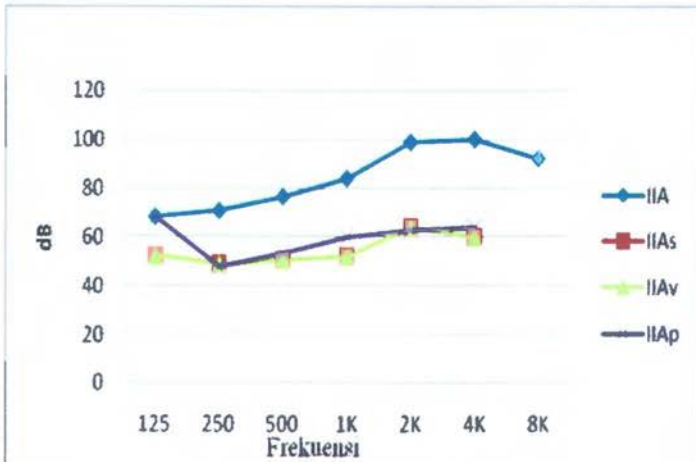
Gambar 4.21 grafik perbandingan hasil TTB *overall* di titik pengukuran ID.



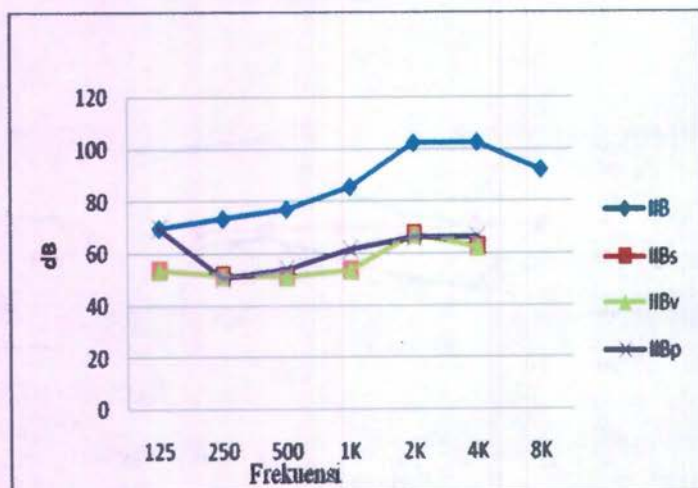
Gambar 4.22 grafik perbandingan hasil TTB *overall* di titik pengukuran IE.



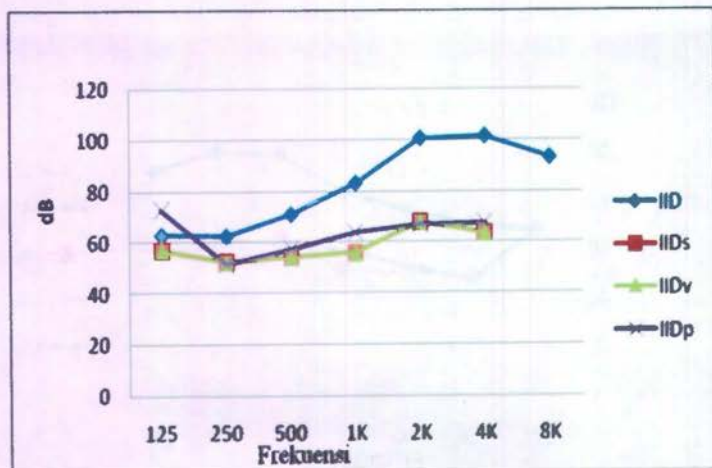
Gambar 4.23 Grafik perbandingan hasil TTB *overall* di titik pengukuran IF.



Gambar 4.24 Grafik perbandingan hasil TTB *overall* di titik pengukuran IIA.

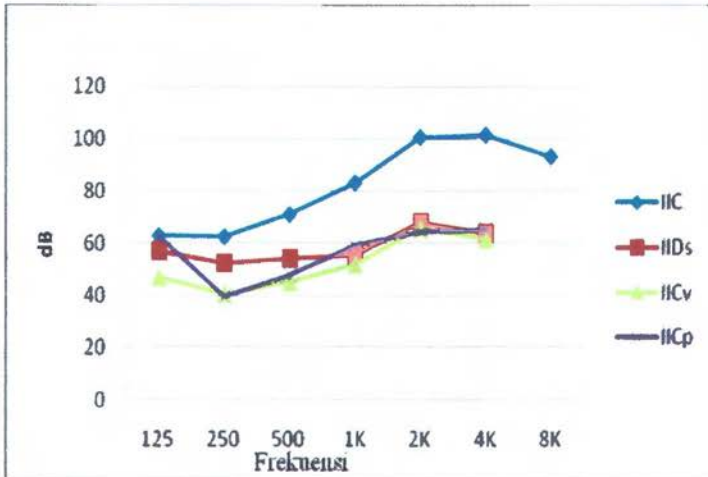


Gambar 4.25 Grafik perbandingan hasil TTB *overall* di titik pengukuran IIB.



Gambar 4.26 Grafik perbandingan hasil TTB *overall* di titik pengukuran IIC.





Gambar 4.27 Grafik perbandingan hasil TTB *overall* di titik pengukuran IID.

Gambar 4.18 - 4. 27 grafik perbandingan menunjukkan nilai TTB awal ditunjukkan garis warna biru dengan kode (IA-IF) untuk jarak 2 meter atau (IIA-IIID) untuk jarak 5 meter yang nilai TTB nya sangat tinggi berada pada frekuensi 1 KHz - 8 KHz. Dengan hasil perhitungan maka nilai TTB berkurang seperti garis warna merah (IAs-IFs) atau (IIAs-IIIDs), digambar grafik tersebut menunjukkan dimana frekuensi dari 125 Hz - 4 KHz garis semakin naik akan terjadi penurunan pada frekuensi 8 KHz disini bahwa pada bahan *mass loaded vinyl noise barrier* pada garis warna hijau (IAv-IFv) atau (IIAv-IIIDv) dan *polycarbonate* (IAP-IFp) atau (IIAP-IIIDp) pada garis warna ungu tidak ada nilai *transmission loss* pada produknya hal ini disebabkan nilai TTB pada frekuensi 8 KHz sudah terjadi penurunan pada nilai TTB nya maka kedua bahan tersebut tidak mencantumkan nilai *transmission loss* pada frekuensi 8 KHz.

Sedangkan nilai *insertion loss* (IL) untuk enclosure besar di ruang terbuka menggunakan persamaan  $IL = Lp1_{(sebelum)} -$

$L_{p2}$ (sesudah) untuk hasil perhitungan, bahan *mass loaded vinyl noise barrier* dan bahan *polycarbonate* mempunyai nilai *insertion loss (IL)* lihat tabel dibawah ini:

Tabel 4.30 *Insertion loss (IL)* hasil perhitungan jarak 2 meter.

titik Pengukuran	TTB overall	dBA	TTB overall	dBA	IL = $L_{p1} - L_{p2}$ dB	dBA
IA	107,2	108,2	75,5	72,8	31,7	35,4
IB	108,7	109,7	75,9	73,8	32,8	35,9
IC	106,4	107,5	74,7	72	31,7	35,5
ID	108,1	109,1	75,1	73,4	33	35,7
IE	108,8	109,7	75,9	74	32,9	35,7
IF	104,8	105,8	74,2	70,3	30,6	35,5

Tabel 4.31 *Insertion loss (IL)* dari bahan *mass loaded vinyl noise barrier* jarak 2 meter.

titik Pengukuran	TTB overall	dBA	TTB overall	dBA	IL = $L_{p1} - L_{p2}$ dB	dBA
IA	107,2	108,2	70,6	71,4	36,6	36,8
IB	108,7	109,7	71,9	72,9	36,8	36,8
IC	106,4	107,5	70,1	71	36,3	36,5
ID	108,1	109,1	70,4	71,2	37,7	37,9
IE	108,8	109,7	71,7	72,7	37,1	37
IF	104,8	105,8	68,9	69,8	35,9	36

Tabel 4.32 *Insertion loss (IL)* dari bahan *polycarbonate* jarak 2 meter.

titik Pengukuran	TTB overall	dBA	TTB overall	dBA	IL = Lp1 - LP2	dBA
					dB	
IA	107,2	108,2	79,9	77,1	27,3	31,1
IB	108,7	109,7	79,6	77	29,1	32,7
IC	106,4	107,5	78,9	76,5	27,5	31
ID	108,1	109,1	78,8	76,7	29,3	32,4
IE	108,8	109,7	79	76,6	29,8	33,1
IF	104,8	105,8	78,7	76,3	26,1	29,5

Tabel 4.33 *Insertion loss (IL)* hasil perhitungan jarak 5 meter.

titik Pengukuran	TTB overall	dBA	TTB overall	dBA	IL = Lp1 - LP2	dBA
					dB	
IIA	102,9	103,7	79,7	77,7	23,2	26
IIB	105,5	106,6	80,7	78,5	24,8	28,1
IIC	104,4	105,3	77,2	76,3	27,2	29
IID	106,9	107,8	80,3	77	26,6	30,8

Tabel 4.34 *Insertion loss (IL)* dari bahan *mass loaded vinyl noise barrier* jarak 5 meter.

titik Pengukuran	TTB overall	dBA	TTB overall	dBA	IL = Lp1 - LP2	dBA
					dB	
IIA	102,9	103,7	65,9	66,6	37	37,1
IIB	105,5	106,6	68,8	69,7	36,7	36,9
IIC	104,4	105,3	67,2	68,3	37,2	37
IID	106,9	107,8	70	70,7	36,9	37,1



Tabel 4.35 *Insertion loss* (IL) dari bahan *polycarbonate* jarak 5 meter.

titik Pengukuran	TTB overall	dBA	TTB overall	dBA	IL = $L_{p1} - L_{p2}$ dB	dBA
IIA	102,9	103,7	70,9	68,4	32	35,3
IIB	105,5	106,6	72,9	71,8	32,6	34,8
IIC	104,4	105,3	69,6	69,6	34,8	35,7
IID	106,9	107,8	75,2	72,3	31,7	35,5

#### 4.5 Analisa hasil TTB overall dari hasil perhitungan, transmission loss dan insertion loss

Dari tabel diatas 4.25 sampai 4.29 dapat dilihat bahwa hasil TTB setelah diberi nilai *transmission loss* untuk setiap frekuensi dan titik pengukuran pada jarak 2 meter hasil pengukuran diperoleh nilai TTB 76,3 – 77,1 dBA. Setelah diberi peredam dari bahan *mass loaded vinyl noise barrier* diperoleh hasil nilai TTB yaitu 69,8 - 72,9 dBA, sedangkan untuk bahan *polycarbonate* diperoleh hasil nilai TTB yaitu 70,3 – 73,8 dBA.

Untuk jarak 5 meter TTB nilai hasil pengukuran diperoleh nilai 76,3 – 78,5 dBA, sedangkan setelah diberi peredam bahan dari *mass loaded vinyl noise barrier* diperoleh hasil nilai TTB yaitu 66,6 – 70,7 dBA sedangkan untuk bahan *polycarbonate* diperoleh hasil nilai TTB yaitu 68,4 – 72,3 dBA.

Seperti gambar grafik 4.18 sampai 4.27 menunjukkan nilai pengurangan nilai TTB yang sebelum dan setelah di *enclosure* pada mesin kompresor *synthesis gas* untuk frekuensi antara 1 KHz - 4 KHz nilai TTB yang melebihi standar pemerintah mampu dikurangi oleh kedua bahan yang ditetapkan pada penelitian ini, sehingga mampu direduksi agar bisa memenuhi standar pemerintah yang ditetapkan. Untuk frekuensi rendah antara 125 – 500 Hz tidak perlu dikhawatirkan karena masih dibawah standar yang ditetapkan.



Dari hasil tabel 4.30 sampai tabel 4.35 nilai *insertion loss* (IL) bahwa perbedaan nilai  $L_p$  sebelum –  $L_p$  sesudah berada pada bahan *mass loaded vinyl noise barrier* kisaran nilainya jarak 2 m yaitu 35,9 – 37,7 dB dalam dBA nilai TTB yaitu 36,8 – 37,9 dBA. Kemudian untuk jarak 5 meter kisaran nilainya yaitu 36,7 – 37,2 dB serta untuk nilai TTB dalam dBA yaitu 36,9 – 37,1 dBA.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari penyusunan Tugas Akhir yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

- Bahan *mass loaded vinyl noise barrier* yang sesuai karena mempunyai nilai *transmission loss* lebih tinggi daripada bahan *polycarbonate* dan dari hasil pengukuran, maka semakin tinggi nilai *transmission loss* semakin baik atau bagus untuk mereduksi bunyi mesin kompresor *synthesis gas* kode J-103 di PT Petrokimia Gresik.
- Nilai TTB setelah diberi bahan *Noises .T.O. P.™ Vinyl Barrier* atau *mass loaded vinyl noise barrier* dengan ketebalan 2 lb / psf (pound square feet) memperoleh hasil untuk jarak 2 meter disemua titik pengukuran berharga 69,8 - 72,9 dBA dan untuk jarak 5 meter berharga 66,6 - 70,7 dBA.
- Nilai *insertion loss* (IL) bahwa perbedaan nilai *Lp* sebelum - *Lp* sesudah berada pada bahan *mass loaded vinyl noise barrier* kisaran nilainya jarak 2 m yaitu 35,9 - 37,7 dB dan jarak 5 meter kisaran nilainya yaitu 36,7 - 37,2 dB.
- Hasil dari nilai TTB keseluruhan maka bahan yang dipakai untuk *enclosure* mesin kompresor sangat cocok dan sesuai standar yang ditetapkan oleh pemerintah yaitu dibawah 85 dBA.

#### 5.2 Saran

Saran untuk pengembangan lebih lanjut dari tugas akhir ini adalah :

- ❖ Untuk bahan *enclosure* sebaiknya bahan yang bisa tahan api maupun tahan segala kondisi.
- ❖ Sebaiknya untuk perancangan *enclosure* dibuat yang mudah dibongkar dan dilipat.

## DAFTAR PUSTAKA

- D.D Reynolds; "*Engineering Principles of acoustics Noise and Vibration Control*" Allyn and Bocon, inc, Boston 1981
- Doelle L Leslie., Eng., M. Arch and Dra. Lea Prasetio, M.Sc, "Akustik Lingkungan" Acoustical Consultant, Associate Professor, University of Montreal, Penerbit Airlangga.
- J.D Irwin and E.R Graf; "*Indutsrial of Acoustic Noise and Vibration Control*"; Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey 07632.
- Materi Training J 103 LP dan HP kompressor *synthesis gas*; PT Petrokimia Gresik.
- Smith, B.J, R.J Pieters, Stephanie Owen;"*Acoustic and Noise Control*"; Addison Wesley Longman Limited, England 1996.
- [http://www.menlh.go.id/apec\\_vc/osaka/eastjava/noise\\_id/1/page2.html](http://www.menlh.go.id/apec_vc/osaka/eastjava/noise_id/1/page2.html)
- [http://www.mom.gov.sg/publish/etc/medialib/mom\\_library/Workplace\\_Safety/bc\\_noise\\_and\\_vibration.Par.86138.File.tmp/Guidelines%20for%20Noise%20Control%20Vibration%20Part%204.pdf](http://www.mom.gov.sg/publish/etc/medialib/mom_library/Workplace_Safety/bc_noise_and_vibration.Par.86138.File.tmp/Guidelines%20for%20Noise%20Control%20Vibration%20Part%204.pdf)
- [http://www.acousticalsurfaces.com/noise\\_barrier/vinylbar.htm?d=14](http://www.acousticalsurfaces.com/noise_barrier/vinylbar.htm?d=14)
- <http://www.acousticalsolutions.com/products/enclosures/polycarbonate.asp>

## LAMPIRAN A

1. Perhitungan nilai TTb overall awal untuk jarak 2 m tiap titik pengukuran.

### • Titik pengukuran IA

$$P1 = 10 \log(10^{7.29} + 10^{7.46} + 10^{7.82} + 10^{8.75} + 10^{10.18} + 10^{10.42} + 10^{9.48}) \text{ solve} \rightarrow 106.54513384778658079$$

$$P2 = 10 \log(10^{7.16} + 10^{7.56} + 10^{7.92} + 10^{8.85} + 10^{10.36} + 10^{10.38} + 10^{9.56}) \text{ solve} \rightarrow 107.10706781143406427$$

$$P3 = 10 \log(10^{7.09} + 10^{7.33} + 10^{8.22} + 10^{8.7} + 10^{10.33} + 10^{10.47} + 10^{9.68}) \text{ solve} \rightarrow 107.51116153832221709$$

$$P4 = 10 \log(10^{7.59} + 10^{7.26} + 10^{7.99} + 10^{8.8} + 10^{10.62} + 10^{10.26} + 10^{9.75}) \text{ solve} \rightarrow 108.21468608206788732$$

$$P5 = 10 \log(10^{7.25} + 10^{7.31} + 10^{7.89} + 10^{8.76} + 10^{10.3} + 10^{10.3} + 10^{9.61}) \text{ solve} \rightarrow 106.50019004286122173$$

### • Titik pengukuran IB

$$P1 = 10 \log(10^{7.28} + 10^{7.31} + 10^{7.79} + 10^{8.72} + 10^{10.4} + 10^{10.35} + 10^{9.72}) \text{ solve} \rightarrow 107.27379295582950205$$

$$P2 = 10 \log(10^{7.05} + 10^{7.1} + 10^{7.88} + 10^{8.75} + 10^{10.44} + 10^{10.52} + 10^{9.56}) \text{ solve} \rightarrow 108.1256704080243116$$

$$P3 = 10 \log(10^{7.39} + 10^{7.26} + 10^{8.02} + 10^{8.78} + 10^{10.62} + 10^{10.4} + 10^{9.89}) \text{ solve} \rightarrow 108.76900453503577436$$

$$P4 = 10 \log(10^{7.46} + 10^{7.16} + 10^{7.85} + 10^{8.65} + 10^{10.71} + 10^{10.45} + 10^{9.61}) \text{ solve} \rightarrow 109.24819457255602826$$

$$P5 = 10 \log(10^{7.2} + 10^{7.14} + 10^{7.92} + 10^{8.7} + 10^{10.6} + 10^{10.64} + 10^{9.91}) \text{ solve} \rightarrow 109.64752690938198123$$

### • Titik pengukuran IC

$$P1 = 10 \log(10^{7.39} + 10^{7.34} + 10^{7.6} + 10^{8.65} + 10^{10.42} + 10^{10.26} + 10^{9.36}) \text{ solve} \rightarrow 106.75076629294664847$$

$$P2 = 10 \log(10^{7.28} + 10^{7.16} + 10^{7.79} + 10^{8.71} + 10^{10.35} + 10^{10.14} + 10^{9.16}) \text{ solve} \rightarrow 105.82569256461567313$$

$$P3 = 10 \log(10^{7.08} + 10^{7.11} + 10^{7.82} + 10^{8.67} + 10^{10.23} + 10^{10.37} + 10^{9.21}) \text{ solve} \rightarrow 106.294630609404046$$

$$P4 = 10 \log(10^{7.18} + 10^{7.24} + 10^{7.52} + 10^{8.58} + 10^{10.49} + 10^{10.28} + 10^{9.39}) \text{ solve} \rightarrow 107.23111437722099171$$

$$P5 = 10 \log(10^{7.22} + 10^{7.27} + 10^{7.66} + 10^{8.59} + 10^{10.39} + 10^{10.1} + 10^{9.48}) \text{ solve} \rightarrow 106.08806904517029682$$

### • Titik pengukuran ID

$$P1 = 10 \log(10^{7.14} + 10^{7.19} + 10^{7.87} + 10^{8.7} + 10^{9.97} + 10^{10.79} + 10^{9.26}) \text{ solve} \rightarrow 108.65792814677466691$$

$$P2 = 10 \log(10^{7.01} + 10^{6.91} + 10^{7.99} + 10^{8.64} + 10^{10.06} + 10^{10.51} + 10^{9.46}) \text{ solve} \rightarrow 106.74654817470246208$$

$$P3 = 10 \log(10^{7.04} + 10^{7.06} + 10^{7.8} + 10^{8.78} + 10^{10.26} + 10^{10.6} + 10^{9.68}) \text{ solve} \rightarrow 108.0265147781011155$$

$$P4 = 10 \log(10^{7.37} + 10^{7.03} + 10^{7.92} + 10^{8.75} + 10^{10.33} + 10^{10.55} + 10^{9.75}) \text{ solve} \rightarrow 108.00469956642471871$$

$$P5 = 10 \log(10^{7.17} + 10^{6.86} + 10^{7.82} + 10^{8.8} + 10^{10.46} + 10^{10.65} + 10^{9.61}) \text{ solve} \rightarrow 108.93770298978691157$$



• Titik pengukuran IE

$$P1 = 10 \log(10^{7.31} + 10^{6.94} + 10^{7.71} + 10^{8.57} + 10^{10.52} + 10^{10.48} + 10^{9.74}) \text{ solve} \rightarrow 108.40482402396825549$$

$$P2 = 10 \log(10^{7.34} + 10^{7.15} + 10^{7.74} + 10^{8.59} + 10^{10.6} + 10^{10.67} + 10^{9.61}) \text{ solve} \rightarrow 109.59699666305945907$$

$$P3 = 10 \log(10^{7.11} + 10^{7.35} + 10^{7.79} + 10^{8.64} + 10^{10.46} + 10^{10.4} + 10^{9.68}) \text{ solve} \rightarrow 107.72900321546207903$$

$$P4 = 10 \log(10^{7.29} + 10^{7.13} + 10^{7.77} + 10^{8.6} + 10^{10.43} + 10^{10.74} + 10^{9.6}) \text{ solve} \rightarrow 109.36214492647126897$$

$$P5 = 10 \log(10^{7.25} + 10^{7.11} + 10^{7.89} + 10^{8.65} + 10^{10.48} + 10^{10.55} + 10^{9.56}) \text{ solve} \rightarrow 108.4426967301829325$$

• Titik pengukuran IF

$$P1 = 10 \log(10^{7.14} + 10^{7.16} + 10^{7.37} + 10^{8.37} + 10^{10.18} + 10^{9.8} + 10^{9.29}) \text{ solve} \rightarrow 103.74402860935715894$$

$$P2 = 10 \log(10^{7.31} + 10^{7.21} + 10^{7.67} + 10^{8.35} + 10^{10.26} + 10^{9.97} + 10^{9.39}) \text{ solve} \rightarrow 104.81321376311506259$$

$$P3 = 10 \log(10^{7.38} + 10^{6.96} + 10^{7.48} + 10^{8.4} + 10^{10.28} + 10^{10.04} + 10^{9.01}) \text{ solve} \rightarrow 104.96311001666566019$$

$$P4 = 10 \log(10^{7.11} + 10^{7.18} + 10^{7.57} + 10^{8.47} + 10^{10.46} + 10^{9.96} + 10^{9.86}) \text{ solve} \rightarrow 105.75108380330452822$$

$$P5 = 10 \log(10^{7.25} + 10^{7.37} + 10^{7.71} + 10^{8.44} + 10^{10.2} + 10^{10} + 10^{9.11}) \text{ solve} \rightarrow 104.394134740489691191$$

2. Perhitungan nilai TTB overall awal untuk jarak 5 m tiap titik pengukuran.

• Titik pengukuran IIA

$$P1 = 10 \log(10^{6.81} + 10^{7.11} + 10^{7.78} + 10^{8.35} + 10^{9.95} + 10^{10.1} + 10^{9.11}) \text{ solve} \rightarrow 103.63489385534514895$$

$$P2 = 10 \log(10^{6.87} + 10^{7.01} + 10^{7.76} + 10^{8.44} + 10^{9.98} + 10^{9.8} + 10^{9.21}) \text{ solve} \rightarrow 102.51198163071708866$$

$$P3 = 10 \log(10^{6.96} + 10^{6.91} + 10^{7.47} + 10^{8.32} + 10^{9.85} + 10^{9.95} + 10^{9.31}) \text{ solve} \rightarrow 102.62199346422390699$$

$$P4 = 10 \log(10^{6.73} + 10^{7.22} + 10^{7.52} + 10^{8.47} + 10^{9.78} + 10^{10} + 10^{8.99}) \text{ solve} \rightarrow 102.39375400271108422$$

$$P5 = 10 \log(10^{6.76} + 10^{7.06} + 10^{7.57} + 10^{8.37} + 10^{9.83} + 10^{10.05} + 10^{9.32}) \text{ solve} \rightarrow 103.08759061223600282$$

• Titik pengukuran IIB

$$P1 = 10 \log(10^{6.85} + 10^{7.2} + 10^{7.62} + 10^{8.46} + 10^{10.31} + 10^{10.15} + 10^{9.26}) \text{ solve} \rightarrow 105.64849142080129252$$

$$P2 = 10 \log(10^{7.01} + 10^{7.4} + 10^{7.75} + 10^{8.5} + 10^{10.18} + 10^{10.21} + 10^{9.11}) \text{ solve} \rightarrow 105.19168529563408963$$

$$P3 = 10 \log(10^{6.78} + 10^{7.36} + 10^{7.6} + 10^{8.6} + 10^{10.12} + 10^{10.12} + 10^{9.12}) \text{ solve} \rightarrow 104.49482158474781443$$

$$P4 = 10 \log(10^{6.98} + 10^{7.16} + 10^{7.77} + 10^{8.62} + 10^{10.28} + 10^{10.39} + 10^{9.33}) \text{ solve} \rightarrow 106.65012345026332862$$

$$P5 = 10 \log(10^{7.11} + 10^{7.46} + 10^{7.69} + 10^{8.52} + 10^{10.19} + 10^{10.28} + 10^{9.16}) \text{ solve} \rightarrow 105.61221215133676786$$

• Titik pengukuran IIC

...

$$P1 = 10 \log(10^{6.18} + 10^{6.4} + 10^{7.1} + 10^{8.33} + 10^{9.95} + 10^{10.27} + 10^{9.39}) \text{ solve} \rightarrow 104.80272811081098645$$

$$P2 = 10 \log(10^{6.16} + 10^{6.14} + 10^{7.2} + 10^{8.28} + 10^{10.07} + 10^{10.1} + 10^{9.31}) \text{ solve} \rightarrow 104.24705081915562238$$

$$P3 = 10 \log(10^{6.41} + 10^{6.25} + 10^{7.08} + 10^{8.34} + 10^{10.08} + 10^{10.09} + 10^{9.19}) \text{ solve} \rightarrow 104.16795164428956225$$

$$P4 = 10 \log(10^{6.48} + 10^{6.51} + 10^{6.89} + 10^{8.26} + 10^{9.98} + 10^{10.18} + 10^{9.25}) \text{ solve} \rightarrow 104.25870275820869818$$

$$P5 = 10 \log(10^{6.33} + 10^{6.36} + 10^{7.14} + 10^{8.4} + 10^{10.18} + 10^{10.05} + 10^{9.41}) \text{ solve} \rightarrow 104.57714312907139947$$

• Titik pengukuran IID

...

$$P1 = 10 \log(10^{7.29} + 10^{7.51} + 10^{7.86} + 10^{8.82} + 10^{10.23} + 10^{10.4} + 10^{9.55}) \text{ solve} \rightarrow 106.66840114933860608$$

$$P2 = 10 \log(10^{7.26} + 10^{7.43} + 10^{7.92} + 10^{8.8} + 10^{10.28} + 10^{10.45} + 10^{9.61}) \text{ solve} \rightarrow 107.16599966181001067$$

$$P3 = 10 \log(10^{7.23} + 10^{7.4} + 10^{8.22} + 10^{8.77} + 10^{10.33} + 10^{10.34} + 10^{9.71}) \text{ solve} \rightarrow 106.91812848993157043$$

$$P4 = 10 \log(10^{7.31} + 10^{7.36} + 10^8 + 10^{8.7} + 10^{10.38} + 10^{10.27} + 10^{9.79}) \text{ solve} \rightarrow 106.93899787159651467$$

$$P5 = 10 \log(10^{7.36} + 10^{7.46} + 10^{7.96} + 10^{8.75} + 10^{10.29} + 10^{10.37} + 10^{9.68}) \text{ solve} \rightarrow 106.85135331133122056$$

## LAMPIRAN B

### 1. Perhitungan nilai TTB dalam dBA awal untuk jarak 2 m tiap titik pengukuran.

#### • Titik pengukuran IA

$$F1 = 10 \log(10^{5.68} + 10^{6.57} + 10^{7.5} + 10^{8.75} + 10^{10.3} + 10^{10.52} + 10^{9.37}) \text{ solve} \rightarrow 107.4825101218026584$$

$$F2 = 10 \log(10^{5.55} + 10^{6.47} + 10^{7.6} + 10^{8.85} + 10^{10.48} + 10^{10.48} + 10^{9.45}) \text{ solve} \rightarrow 108.05966030336155034$$

$$F3 = 10 \log(10^{5.48} + 10^{6.44} + 10^{7.9} + 10^{8.7} + 10^{10.45} + 10^{10.57} + 10^{9.57}) \text{ solve} \rightarrow 108.42836191481688147$$

$$F4 = 10 \log(10^{5.98} + 10^{6.37} + 10^{7.67} + 10^{8.8} + 10^{10.74} + 10^{10.36} + 10^{9.64}) \text{ solve} \rightarrow 109.18601427190343911$$

$$F5 = 10 \log(10^{5.64} + 10^{6.42} + 10^{7.57} + 10^{8.76} + 10^{10.42} + 10^{10.4} + 10^{9.5}) \text{ solve} \rightarrow 107.41935003353502245$$

#### • Titik pengukuran IB

$$F1 = 10 \log(10^{5.67} + 10^{6.42} + 10^{7.47} + 10^{8.72} + 10^{10.52} + 10^{10.45} + 10^{9.61}) \text{ solve} \rightarrow 108.19070966937490824$$

$$F2 = 10 \log(10^{5.44} + 10^{6.21} + 10^{7.56} + 10^{8.75} + 10^{10.56} + 10^{10.62} + 10^{9.45}) \text{ solve} \rightarrow 109.1069734913285885$$

$$F3 = 10 \log(10^{5.78} + 10^{6.37} + 10^{7.7} + 10^{8.78} + 10^{10.74} + 10^{10.5} + 10^{9.78}) \text{ solve} \rightarrow 109.69686492976592019$$

$$F4 = 10 \log(10^{5.85} + 10^{6.27} + 10^{7.53} + 10^{8.65} + 10^{10.83} + 10^{10.55} + 10^{9.5}) \text{ solve} \rightarrow 110.28307066671304992$$

$$F5 = 10 \log(10^{5.59} + 10^{6.25} + 10^{7.6} + 10^{8.7} + 10^{10.72} + 10^{10.74} + 10^{9.8}) \text{ solve} \rightarrow 110.57999006874078283$$

#### • Titik pengukuran IC

$$F1 = 10 \log(10^{5.78} + 10^{6.45} + 10^{7.28} + 10^{8.65} + 10^{10.54} + 10^{10.36} + 10^{9.25}) \text{ solve} \rightarrow 107.7691755198405354$$

$$F2 = 10 \log(10^{5.67} + 10^{6.27} + 10^{7.47} + 10^{8.71} + 10^{10.47} + 10^{10.24} + 10^{9.05}) \text{ solve} \rightarrow 106.86250257562808148$$

$$F3 = 10 \log(10^{5.47} + 10^{6.22} + 10^{7.5} + 10^{8.67} + 10^{10.35} + 10^{10.47} + 10^{9.1}) \text{ solve} \rightarrow 107.29646959010265378$$

$$F4 = 10 \log(10^{5.57} + 10^{6.33} + 10^{7.2} + 10^{8.58} + 10^{10.61} + 10^{10.38} + 10^{9.28}) \text{ solve} \rightarrow 108.26271587592119487$$

$$F5 = 10 \log(10^{5.61} + 10^{6.38} + 10^{7.34} + 10^{8.59} + 10^{10.51} + 10^{10.3} + 10^{9.37}) \text{ solve} \rightarrow 107.07282726277022216$$

#### • Titik pengukuran ID

$$F1 = 10 \log(10^{5.53} + 10^{6.3} + 10^{7.55} + 10^{8.7} + 10^{10.09} + 10^{10.89} + 10^{9.15}) \text{ solve} \rightarrow 109.63215974215031707$$

$$F2 = 10 \log(10^{5.4} + 10^{6.02} + 10^{7.67} + 10^{8.64} + 10^{10.18} + 10^{10.61} + 10^{9.35}) \text{ solve} \rightarrow 107.67875004449785148$$

$$F3 = 10 \log(10^{5.43} + 10^{6.17} + 10^{7.48} + 10^{8.78} + 10^{10.38} + 10^{10.7} + 10^{9.57}) \text{ solve} \rightarrow 108.94631211810809225$$

$$F4 = 10 \log(10^{5.76} + 10^{6.14} + 10^{7.6} + 10^{8.75} + 10^{10.45} + 10^{10.65} + 10^{9.64}) \text{ solve} \rightarrow 108.91089344811117554$$

$$F5 = 10 \log(10^{5.56} + 10^{5.97} + 10^{7.5} + 10^{8.8} + 10^{10.58} + 10^{10.75} + 10^{9.5}) \text{ solve} \rightarrow 109.91577031090550524$$

#### • Titik pengukuran IE

$$F1 = 10 \log(10^{5.7} + 10^{6.05} + 10^{7.39} + 10^{8.57} + 10^{10.64} + 10^{10.58} + 10^{9.63}) \text{ solve} \rightarrow 109.36181981530569329$$

$$F2 = 10 \log(10^{5.73} + 10^{6.26} + 10^{7.42} + 10^{8.59} + 10^{10.72} + 10^{10.77} + 10^{9.5}) \text{ solve} \rightarrow 110.60190438932866579$$

$$F3 = 10 \log(10^{5.5} + 10^{6.46} + 10^{7.47} + 10^{8.64} + 10^{10.58} + 10^{10.5} + 10^{9.57}) \text{ solve} \rightarrow 108.68211083790114033$$

$$F4 = 10 \log(10^{5.68} + 10^{6.24} + 10^{7.45} + 10^{8.6} + 10^{10.55} + 10^{10.84} + 10^{9.49}) \text{ solve} \rightarrow 110.3415997956515171$$

$$F5 = 10 \log(10^{5.64} + 10^{6.22} + 10^{7.57} + 10^{8.65} + 10^{10.6} + 10^{10.65} + 10^{9.45}) \text{ solve} \rightarrow 109.43412360293475164$$



• Titik pengukuran IF

$$F1 = 10 \log(10^{5.53} + 10^{6.27} + 10^{7.05} + 10^{8.37} + 10^{10.3} + 10^{9.9} + 10^{9.18}) \text{ solve} \rightarrow 104.72131767645116848$$

$$F2 = 10 \log(10^{5.7} + 10^{6.32} + 10^{7.35} + 10^{8.35} + 10^{10.38} + 10^{10.07} + 10^{9.28}) \text{ solve} \rightarrow 105.78543119031342374$$

$$F3 = 10 \log(10^{5.77} + 10^{5.97} + 10^{7.16} + 10^{8.4} + 10^{10.4} + 10^{10.14} + 10^{9.9}) \text{ solve} \rightarrow 106.01888414753286457$$

$$F4 = 10 \log(10^{5.5} + 10^{6.29} + 10^{7.25} + 10^{8.47} + 10^{10.58} + 10^{9.96} + 10^{9.95}) \text{ solve} \rightarrow 106.8435577546475777$$

$$F5 = 10 \log(10^{5.64} + 10^{6.48} + 10^{7.39} + 10^{8.44} + 10^{10.32} + 10^{10.1} + 10^9) \text{ solve} \rightarrow 105.4140002123032262$$

2. Perhitungan nilai TTB dalam dBA overall awal untuk jarak 5 m tiap titik pengukuran.

• Titik pengukuran IIA

$$F1 = 10 \log(10^{5.3} + 10^{6.22} + 10^{7.46} + 10^{8.35} + 10^{10.07} + 10^{10.2} + 10^9) \text{ solve} \rightarrow 104.60182516144945847$$

$$F2 = 10 \log(10^{5.26} + 10^{6.12} + 10^{7.44} + 10^{8.44} + 10^{10} + 10^{9.9} + 10^{9.1}) \text{ solve} \rightarrow 102.90183206927115991$$

$$F3 = 10 \log(10^{5.35} + 10^{6.03} + 10^{7.15} + 10^{8.32} + 10^{9.97} + 10^{10.05} + 10^{9.2}) \text{ solve} \rightarrow 103.49510082322013646$$

$$F4 = 10 \log(10^{5.12} + 10^{6.33} + 10^{7.2} + 10^{8.47} + 10^{9.9} + 10^{10.1} + 10^{8.8}) \text{ solve} \rightarrow 103.31968227137238773$$

$$F5 = 10 \log(10^{5.15} + 10^{6.17} + 10^{7.25} + 10^{8.37} + 10^{9.95} + 10^{10.15} + 10^{9.21}) \text{ solve} \rightarrow 103.364351089576319684$$

• Titik pengukuran IIB

$$F1 = 10 \log(10^{5.24} + 10^{6.31} + 10^{7.3} + 10^{8.46} + 10^{10.43} + 10^{10.25} + 10^{9.15}) \text{ solve} \rightarrow 106.6671683979404541$$

$$F2 = 10 \log(10^{5.4} + 10^{6.51} + 10^{7.43} + 10^{8.5} + 10^{10.3} + 10^{10.31} + 10^9) \text{ solve} \rightarrow 106.20309247024132184$$

$$F3 = 10 \log(10^{5.17} + 10^{6.47} + 10^{7.28} + 10^{8.6} + 10^{10.24} + 10^{10.22} + 10^{9.01}) \text{ solve} \rightarrow 105.49217059576844177$$

$$F4 = 10 \log(10^{5.37} + 10^{6.27} + 10^{7.45} + 10^{8.62} + 10^{10.4} + 10^{10.40} + 10^{9.22}) \text{ solve} \rightarrow 107.64389529117412539$$

$$F5 = 10 \log(10^{5.5} + 10^{6.37} + 10^{7.37} + 10^{8.52} + 10^{10.31} + 10^{10.38} + 10^{9.85}) \text{ solve} \rightarrow 106.61683343798462609$$

• Titik pengukuran IIC

$$F1 = 10 \log(10^{4.57} + 10^{5.51} + 10^{6.78} + 10^{8.33} + 10^{10.07} + 10^{10.37} + 10^{9.28}) \text{ solve} \rightarrow 105.71905639886286393$$

$$F2 = 10 \log(10^{4.55} + 10^{5.25} + 10^{6.88} + 10^{7.28} + 10^{10.19} + 10^{10.2} + 10^{9.2}) \text{ solve} \rightarrow 105.20094740047996252$$

$$F3 = 10 \log(10^{4.8} + 10^{5.36} + 10^{6.76} + 10^{8.34} + 10^{10.2} + 10^{10.19} + 10^{9.08}) \text{ solve} \rightarrow 105.1539937335066828$$

$$F4 = 10 \log(10^{4.87} + 10^{5.42} + 10^{6.67} + 10^{8.26} + 10^{10.01} + 10^{10.28} + 10^{9.16}) \text{ solve} \rightarrow 104.89324227133944877$$

$$F5 = 10 \log(10^{4.5} + 10^{5.27} + 10^{6.82} + 10^{8.4} + 10^{10.3} + 10^{10.13} + 10^{9.3}) \text{ solve} \rightarrow 105.52613806672028742$$

• Titik pengukuran IID

$$F1 = 10 \log(10^{5.68} + 10^{6.62} + 10^{7.54} + 10^{8.82} + 10^{10.35} + 10^{10.5} + 10^{9.44}) \text{ solve} \rightarrow 107.59397600361799358$$

$$F2 = 10 \log(10^{5.65} + 10^{6.54} + 10^{7.6} + 10^{8.8} + 10^{10.4} + 10^{10.55} + 10^{9.5}) \text{ solve} \rightarrow 108.09136411398862083$$

$$F3 = 10 \log(10^{5.62} + 10^{6.51} + 10^{7.9} + 10^{8.77} + 10^{10.45} + 10^{10.44} + 10^{9.6}) \text{ solve} \rightarrow 107.80886759916658507$$

$$F4 = 10 \log(10^{5.7} + 10^{6.47} + 10^{7.68} + 10^{8.7} + 10^{10.5} + 10^{10.37} + 10^{9.68}) \text{ solve} \rightarrow 107.81064752116473277$$

$$F5 = 10 \log(10^{5.75} + 10^{6.57} + 10^{7.64} + 10^{8.75} + 10^{10.41} + 10^{10.47} + 10^{9.57}) \text{ solve} \rightarrow 107.748210331822023163$$



## LAMPIRAN C

### 1. Perhitungan nilai TTB rata-rata dalam dB jarak 2 m.

#### • Titik pengukuran IA

$$A1 = 10 \log \left( \frac{10^{7,29} + 10^{7,16} + 10^{7,09} + 10^{7,59} + 10^{7,25}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 73.136261411888862639$$

$$A2 = 10 \log \left( \frac{10^{7,46} + 10^{7,36} + 10^{7,33} + 10^{7,26} + 10^{7,31}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 73.492503243790891769$$

$$A3 = 10 \log \left( \frac{10^{7,82} + 10^{7,92} + 10^{8,22} + 10^{7,99} + 10^{7,89}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 79.917157956967270404$$

$$A4 = 10 \log \left( \frac{10^{8,75} + 10^{8,85} + 10^{8,7} + 10^{8,8} + 10^{8,76}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 87.74935967203867856$$

$$A5 = 10 \log \left( \frac{10^{10,18} + 10^{10,36} + 10^{10,33} + 10^{10,62} + 10^{10,3}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 103.84043118485954982$$

$$A6 = 10 \log \left( \frac{10^{10,42} + 10^{10,38} + 10^{10,47} + 10^{10,26} + 10^{10,3}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 103.72738004145747033$$

$$A7 = 10 \log \left( \frac{10^{9,48} + 10^{9,56} + 10^{9,68} + 10^{9,75} + 10^{9,61}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 96.260168201096313718$$

$$A8 = 10 \log \left( \frac{10^{10,65} + 10^{10,71} + 10^{10,75} + 10^{10,82} + 10^{10,65}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 107.20864081971519935$$

#### • Titik pengukuran IB

$$A1 = 10 \log \left( \frac{10^{7,28} + 10^{7,05} + 10^{7,39} + 10^{7,46} + 10^{7,2}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 72.989016441210551788$$

$$A2 = 10 \log \left( \frac{10^{7,31} + 10^{7,1} + 10^{7,26} + 10^{7,16} + 10^{7,14}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 72.011888452269281436$$

$$A3 = 10 \log \left( \frac{10^{7,79} + 10^{7,88} + 10^{8,02} + 10^{7,85} + 10^{7,82}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 78.989456375996885065$$

$$A4 = 10 \log \left( \frac{10^{8,72} + 10^{8,75} + 10^{8,78} + 10^{8,65} + 10^{8,7}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 87.222355045122222103$$

$$A5 = 10 \log \left( \frac{10^{10,4} + 10^{10,44} + 10^{10,62} + 10^{10,71} + 10^{10,6}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 105.69244995510425236$$

$$A6 = 10 \log \left( \frac{10^{10,35} + 10^{10,52} + 10^{10,4} + 10^{10,45} + 10^{10,64}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 104.84170520593189768$$

$$A7 = 10 \log \left( \frac{10^{9,72} + 10^{9,56} + 10^{9,89} + 10^{9,61} + 10^{9,91}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 97.610769642532523653$$

$$A8 = 10 \log \left( \frac{10^{10,73} + 10^{10,81} + 10^{10,88} + 10^{10,92} + 10^{10,96}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 108.6747199118087784$$

#### • Titik pengukuran IC

$$A1 = 10 \log \left( \frac{10^{7,39} + 10^{7,28} + 10^{7,08} + 10^{7,18} + 10^{7,22}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 72.4232385155466991376$$

$$A2 = 10 \log \left( \frac{10^{7,34} + 10^{7,16} + 10^{7,11} + 10^{7,24} + 10^{7,27}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 72.31537834130436749$$

$$A3 = 10 \log \left( \frac{10^{7,6} + 10^{7,79} + 10^{7,82} + 10^{7,52} + 10^{7,66}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 76.926028232696914882$$

$$A4 = 10 \log \left( \frac{10^{8,65} + 10^{8,71} + 10^{8,67} + 10^{8,58} + 10^{8,59}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 86.427641015992824893$$

$$A5 = 10 \log \left( \frac{10^{10,42} + 10^{10,35} + 10^{10,23} + 10^{10,49} + 10^{10,39}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 103.84254360439741266$$

$$A6 = 10 \log \left( \frac{10^{10,26} + 10^{10,14} + 10^{10,37} + 10^{10,28} + 10^{10,1}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 102.40983329167485992$$

$$A7 = 10 \log \left( \frac{10^{9,36} + 10^{9,16} + 10^{9,21} + 10^{9,39} + 10^{9,48}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 93.357698450419135623$$

$$A8 = 10 \log \left( \frac{10^{10,67} + 10^{10,58} + 10^{10,63} + 10^{10,72} + 10^{10,61}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 106.44771675762233564$$

● Titik pengukuran ID

$$A1 = 10 \log \left( \frac{10^{7.14} + 10^{7.91} + 10^{7.04} + 10^{7.59} + 10^{7.17}}{5} \right) \text{ solve} \rightarrow 71.657482460795709631$$

$$A2 = 10 \log \left( \frac{10^{7.19} + 10^{6.91} + 10^{7.06} + 10^{7.03} + 10^{6.86}}{5} \right) \text{ solve} \rightarrow 70.257772713169389984$$

$$A3 = 10 \log \left( \frac{10^{7.87} + 10^{7.99} + 10^{7.8} + 10^{7.92} + 10^{7.82}}{5} \right) \text{ solve} \rightarrow 78.85583063621586168$$

$$A4 = 10 \log \left( \frac{10^{8.7} + 10^{8.64} + 10^{8.78} + 10^{8.75} + 10^{8.8}}{5} \right) \text{ solve} \rightarrow 87.377588164703556736$$

$$A5 = 10 \log \left( \frac{10^{8.97} + 10^{8.06} + 10^{8.26} + 10^{8.33} + 10^{8.46}}{5} \right) \text{ solve} \rightarrow 102.51545871279732166$$

$$A6 = 10 \log \left( \frac{10^{8.79} + 10^{8.51} + 10^{8.6} + 10^{8.55} + 10^{8.65}}{5} \right) \text{ solve} \rightarrow 106.31401719707941153$$

$$A7 = 10 \log \left( \frac{10^{8.26} + 10^{8.46} + 10^{8.68} + 10^{8.75} + 10^{8.61}}{5} \right) \text{ solve} \rightarrow 95.840427143816058014$$

$$A8 = 10 \log \left( \frac{10^{8.87} + 10^{8.67} + 10^{8.8} + 10^{8.8} + 10^{8.89}}{5} \right) \text{ solve} \rightarrow 108.12539995349853145$$

● Titik pengukuran IE

$$A1 = 10 \log \left( \frac{10^{7.31} + 10^{7.34} + 10^{7.11} + 10^{7.29} + 10^{7.25}}{5} \right) \text{ solve} \rightarrow 72.669779255110661023$$

$$A2 = 10 \log \left( \frac{10^{6.94} + 10^{7.15} + 10^{7.35} + 10^{7.13} + 10^{7.11}}{5} \right) \text{ solve} \rightarrow 71.559087284278563794$$

$$A3 = 10 \log \left( \frac{10^{7.71} + 10^{7.74} + 10^{7.79} + 10^{7.77} + 10^{7.89}}{5} \right) \text{ solve} \rightarrow 77.8448720326529204$$

$$A4 = 10 \log \left( \frac{10^{8.57} + 10^{8.59} + 10^{8.64} + 10^{8.6} + 10^{8.65}}{5} \right) \text{ solve} \rightarrow 86.110616933177273137$$

$$A5 = 10 \log \left( \frac{10^{8.52} + 10^{8.6} + 10^{8.46} + 10^{8.43} + 10^{8.48}}{5} \right) \text{ solve} \rightarrow 105.02096519240334707$$

$$A6 = 10 \log \left( \frac{10^{8.58} + 10^{8.67} + 10^{8.4} + 10^{8.74} + 10^{8.55}}{5} \right) \text{ solve} \rightarrow 106.02812285247169169$$

$$A7 = 10 \log \left( \frac{10^{8.74} + 10^{8.61} + 10^{8.68} + 10^{8.6} + 10^{8.56}}{5} \right) \text{ solve} \rightarrow 96.428079557296638803$$

$$A8 = 10 \log \left( \frac{10^{8.84} + 10^{8.86} + 10^{8.77} + 10^{8.94} + 10^{8.84}}{5} \right) \text{ solve} \rightarrow 108.75695452194151823$$

● Titik pengukuran IF

$$A1 = 10 \log \left( \frac{10^{7.14} + 10^{7.31} + 10^{7.38} + 10^{7.11} + 10^{7.25}}{5} \right) \text{ solve} \rightarrow 72.498088319479658907$$

$$A2 = 10 \log \left( \frac{10^{7.16} + 10^{7.21} + 10^{8.86} + 10^{7.18} + 10^{7.37}}{5} \right) \text{ solve} \rightarrow 71.846616759107219166$$

$$A3 = 10 \log \left( \frac{10^{7.37} + 10^{7.67} + 10^{7.48} + 10^{7.57} + 10^{7.71}}{5} \right) \text{ solve} \rightarrow 75.771584389083774542$$

$$A4 = 10 \log \left( \frac{10^{8.37} + 10^{8.35} + 10^{8.4} + 10^{8.47} + 10^{8.44}}{5} \right) \text{ solve} \rightarrow 84.082482725297408889$$

$$A5 = 10 \log \left( \frac{10^{8.18} + 10^{8.28} + 10^{8.28} + 10^{8.46} + 10^{8.2}}{5} \right) \text{ solve} \rightarrow 102.88143994613667332$$

$$A6 = 10 \log \left( \frac{10^{8.8} + 10^{8.97} + 10^{8.04} + 10^{8.86} + 10^{8.0}}{5} \right) \text{ solve} \rightarrow 99.430120526845246803$$

$$A7 = 10 \log \left( \frac{10^{8.29} + 10^{8.39} + 10^{8.01} + 10^{8.06} + 10^{8.11}}{5} \right) \text{ solve} \rightarrow 91.946872890589858513$$

$$A8 = 10 \log \left( \frac{10^{8.37} + 10^{8.48} + 10^{8.5} + 10^{8.57} + 10^{8.44}}{5} \right) \text{ solve} \rightarrow 104.77006562387184306$$

• Titik pengukuran IID

$$A_1 = 10 \log \left( \frac{10^{7.29} + 10^{7.26} + 10^{7.23} + 10^{7.31} + 10^{7.36}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 72.922735628024318165$$

$$A_2 = 10 \log \left( \frac{10^{7.51} + 10^{7.43} + 10^{7.4} + 10^{7.36} + 10^{7.46}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 74.35023939047977012$$

$$A_3 = 10 \log \left( \frac{10^{7.86} + 10^{7.92} + 10^{8.22} + 10^8 + 10^{7.96}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 80.109608600810504513$$

$$A_4 = 10 \log \left( \frac{10^{8.82} + 10^{8.8} + 10^{8.77} + 10^{8.7} + 10^{8.75}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 87.699711952244417935$$

$$A_5 = 10 \log \left( \frac{10^{10.23} + 10^{10.28} + 10^{10.33} + 10^{10.38} + 10^{10.29}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 103.04935967203867856$$

$$A_6 = 10 \log \left( \frac{10^{10.4} + 10^{10.45} + 10^{10.34} + 10^{10.27} + 10^{10.37}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 103.70118656960266691$$

$$A_7 = 10 \log \left( \frac{10^{9.55} + 10^{9.61} + 10^{9.71} + 10^{9.79} + 10^{9.68}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 96.758296743028021169$$

$$A_8 = 10 \log \left( \frac{10^{10.67} + 10^{10.72} + 10^{10.69} + 10^{10.69} + 10^{10.68}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 106.90325521722888495$$

3. Perhitungan nilai TTB rata-rata dalam dBA jarak 2 m.

$$A_1 = 10 \log \left( \frac{10^{10.75} + 10^{10.81} + 10^{10.84} + 10^{10.92} + 10^{10.74}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 108.17053588230391192$$

$$A_2 = 10 \log \left( \frac{10^{10.82} + 10^{10.91} + 10^{10.97} + 10^{11.03} + 10^{11.06}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 109.66277980456494972$$

$$A_3 = 10 \log \left( \frac{10^{10.78} + 10^{10.69} + 10^{10.73} + 10^{10.83} + 10^{10.71}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 107.51018460153312808$$

$$A_4 = 10 \log \left( \frac{10^{10.96} + 10^{10.77} + 10^{10.89} + 10^{10.89} + 10^{10.99}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 109.06398182223599162$$

$$A_5 = 10 \log \left( \frac{10^{10.94} + 10^{11.06} + 10^{10.87} + 10^{11.03} + 10^{10.94}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 109.73396695489632272$$

$$A_6 = 10 \log \left( \frac{10^{10.47} + 10^{10.58} + 10^{10.6} + 10^{10.68} + 10^{10.54}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 105.79503658047237134$$

4. Perhitungan nilai TTB rata-rata dalam dBA jarak 5 m.

$$A_1 = 10 \log \left( \frac{10^{10.46} + 10^{10.29} + 10^{10.35} + 10^{10.33} + 10^{10.4}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 103.70048227681245601$$

$$A_2 = 10 \log \left( \frac{10^{10.67} + 10^{10.62} + 10^{10.55} + 10^{10.76} + 10^{10.66}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 106.57428008266817085$$

$$A_3 = 10 \log \left( \frac{10^{10.57} + 10^{10.52} + 10^{10.51} + 10^{10.49} + 10^{10.55}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 105.28945152887122898$$

$$A_4 = 10 \log \left( \frac{10^{10.76} + 10^{10.81} + 10^{10.78} + 10^{10.78} + 10^{10.77}}{5} \right) \text{ solve } \rightarrow 107.80325521722888495$$



## 2. Perhitungan nilai TTB rata-rata dalam dB jarak 5 m

### • Titik pengukuran IIA

$$A1m \ 10 \log \left( \frac{10^{6,81} + 10^{6,87} + 10^{6,96} + 10^{6,73} + 10^{6,76}}{5} \right) \text{ setara} \rightarrow 68.339686296887739316$$

$$A2m \ 10 \log \left( \frac{10^{7,11} + 10^{7,01} + 10^{6,91} + 10^{7,22} + 10^{7,06}}{5} \right) \text{ setara} \rightarrow 70.742394540410704087$$

$$A3m \ 10 \log \left( \frac{10^{7,78} + 10^{7,76} + 10^{7,47} + 10^{7,52} + 10^{7,57}}{5} \right) \text{ setara} \rightarrow 76.386463326591515589$$

$$A4m \ 10 \log \left( \frac{10^{8,35} + 10^{8,44} + 10^{8,32} + 10^{8,47} + 10^{8,37}}{5} \right) \text{ setara} \rightarrow 83.936693872213383256$$

$$A5m \ 10 \log \left( \frac{10^{9,95} + 10^{9,98} + 10^{9,85} + 10^{9,78} + 10^{9,83}}{5} \right) \text{ setara} \rightarrow 98.845497646886818042$$

$$A6m \ 10 \log \left( \frac{10^{10,1} + 10^{9,8} + 10^{9,95} + 10^{10} + 10^{10,05}}{5} \right) \text{ setara} \rightarrow 99.915033656232733924$$

$$A7m \ 10 \log \left( \frac{10^{8,11} + 10^{8,21} + 10^{8,31} + 10^{8,99} + 10^{8,82}}{5} \right) \text{ setara} \rightarrow 82.051139728531151042$$

$$A8m \ 10 \log \left( \frac{10^{10,36} + 10^{10,25} + 10^{10,26} + 10^{10,34} + 10^{10,31}}{5} \right) \text{ setara} \rightarrow 102.86384007701082793$$

### • Titik pengukuran IIB

$$A1m \ 10 \log \left( \frac{10^{6,85} + 10^{7,01} + 10^{6,78} + 10^{6,88} + 10^{7,11}}{5} \right) \text{ setara} \rightarrow 69.61814751011487974$$

$$A2m \ 10 \log \left( \frac{10^{7,2} + 10^{7,4} + 10^{7,38} + 10^{7,54} + 10^{7,46}}{5} \right) \text{ setara} \rightarrow 73.31108204813340897$$

$$A3m \ 10 \log \left( \frac{10^{7,62} + 10^{7,75} + 10^{7,6} + 10^{7,77} + 10^{7,69}}{5} \right) \text{ setara} \rightarrow 76.912478107918828149$$

$$A4m \ 10 \log \left( \frac{10^{8,46} + 10^{8,5} + 10^{8,6} + 10^{8,62} + 10^{8,52}}{5} \right) \text{ setara} \rightarrow 85.442513007432136002$$

$$A5m \ 10 \log \left( \frac{10^{9,38} + 10^{9,18} + 10^{9,13} + 10^{9,28} + 10^{9,19}}{5} \right) \text{ setara} \rightarrow 102.21562017248294645$$

$$A6m \ 10 \log \left( \frac{10^{10,15} + 10^{10,21} + 10^{10,12} + 10^{10,30} + 10^{10,28}}{5} \right) \text{ setara} \rightarrow 102.4118844541889804$$

$$A7m \ 10 \log \left( \frac{10^{9,26} + 10^{9,33} + 10^{9,32} + 10^{9,33} + 10^{9,16}}{5} \right) \text{ setara} \rightarrow 92.046413120813675105$$

$$A8m \ 10 \log \left( \frac{10^{10,56} + 10^{10,52} + 10^{10,43} + 10^{10,66} + 10^{10,56}}{5} \right) \text{ setara} \rightarrow 105.5538800348908841$$

### • Titik pengukuran IIC

$$A1m \ 10 \log \left( \frac{10^{6,18} + 10^{6,16} + 10^{6,41} + 10^{6,48} + 10^{6,11}}{5} \right) \text{ setara} \rightarrow 62.939190706681795303$$

$$A2m \ 10 \log \left( \frac{10^{6,4} + 10^{6,14} + 10^{6,25} + 10^{6,31} + 10^{6,16}}{5} \right) \text{ setara} \rightarrow 62.628177273050810493$$

$$A3m \ 10 \log \left( \frac{10^{7,1} + 10^{7,2} + 10^{7,08} + 10^{6,99} + 10^{7,14}}{5} \right) \text{ setara} \rightarrow 71.07461280440061709$$

$$A4m \ 10 \log \left( \frac{10^{8,33} + 10^{8,28} + 10^{8,34} + 10^{8,26} + 10^{8,4}}{5} \right) \text{ setara} \rightarrow 83.248078897538237878$$

$$A5m \ 10 \log \left( \frac{10^{9,95} + 10^{10,07} + 10^{10,08} + 10^{9,98} + 10^{10,18}}{5} \right) \text{ setara} \rightarrow 100.59712329413010108$$

$$A6m \ 10 \log \left( \frac{10^{10,27} + 10^{10,1} + 10^{10,09} + 10^{10,18} + 10^{10,03}}{5} \right) \text{ setara} \rightarrow 101.42161738050645316$$

$$A7m \ 10 \log \left( \frac{10^{9,39} + 10^{9,31} + 10^{9,19} + 10^{9,25} + 10^{9,41}}{5} \right) \text{ setara} \rightarrow 93.178101456668826129$$

$$A8m \ 10 \log \left( \frac{10^{10,48} + 10^{10,42} + 10^{10,42} + 10^{10,43} + 10^{10,46}}{5} \right) \text{ setara} \rightarrow 104.42669563231342677$$



## LAMPIRAN D

### 1. Perhitungan Nilai TTB Avg (dB) setelah diketahui nilai TL pengukuran untuk jarak 2 m.

$$F1 = 10 \log(10^{7.33} + 10^{7.35} + 10^{7.4} + 10^{7.1} + 10^7 + 10^{6.9}) \text{ solve} \rightarrow 79.93242310592336048$$

$$F2 = 10 \log(10^{7.3} + 10^{7.2} + 10^{7.4} + 10^{7.1} + 10^7 + 10^{6.9}) \text{ solve} \rightarrow 79.6319774688830043$$

$$F3 = 10 \log(10^{7.24} + 10^{7.23} + 10^{7.1} + 10^{7.1} + 10^7 + 10^{6.9}) \text{ solve} \rightarrow 78.8920214318073666003$$

$$F4 = 10 \log(10^{7.17} + 10^{7.03} + 10^{7.3} + 10^{7.1} + 10^7 + 10^{6.9}) \text{ solve} \rightarrow 78.80764654529643483$$

$$F5 = 10 \log(10^{7.27} + 10^{7.16} + 10^{7.21} + 10^{7.1} + 10^7 + 10^{6.9}) \text{ solve} \rightarrow 79.021438591413065068$$

$$F6 = 10 \log(10^{7.25} + 10^{7.18} + 10^{7.01} + 10^{7.1} + 10^7 + 10^{6.9}) \text{ solve} \rightarrow 78.673724451832637943$$

### 2. Perhitungan Nilai TTB Avg (dB) setelah diberi peredam bahan load Vynl.

$$F1 = 10 \log(10^{5.71} + 10^{5.15} + 10^{5.39} + 10^{5.57} + 10^{6.88} + 10^{6.4}) \text{ solve} \rightarrow 70.557139938730659543$$

$$F2 = 10 \log(10^{5.7} + 10^5 + 10^{5.3} + 10^{5.52} + 10^{7.07} + 10^{6.44}) \text{ solve} \rightarrow 71.9408924219008314874$$

$$F3 = 10 \log(10^{5.64} + 10^{5.03} + 10^{5.09} + 10^{5.44} + 10^{6.88} + 10^{6.24}) \text{ solve} \rightarrow 70.11883184340849579$$

$$F4 = 10 \log(10^{5.57} + 10^{4.82} + 10^{5.29} + 10^{5.54} + 10^{6.75} + 10^{6.63}) \text{ solve} \rightarrow 70.3617098327025292$$

$$F5 = 10 \log(10^{5.67} + 10^{4.98} + 10^{5.18} + 10^{5.41} + 10^7 + 10^{6.6}) \text{ solve} \rightarrow 71.745948160707874343$$

$$F6 = 10 \log(10^{5.65} + 10^{4.98} + 10^{4.98} + 10^{5.21} + 10^{6.79} + 10^{5.94}) \text{ solve} \rightarrow 68.941374737520208507$$

### 3. Perhitungan Nilai TTB Avg (dB) setelah diberi peredam bahan Polycarbonate.

$$F1 = 10 \log(10^{7.31} + 10^{5.05} + 10^{5.69} + 10^{6.37} + 10^{6.78} + 10^{6.8}) \text{ solve} \rightarrow 75.526531006076113708$$

$$F2 = 10 \log(10^{7.3} + 10^{4.9} + 10^{5.6} + 10^{6.32} + 10^{6.97} + 10^{6.86}) \text{ solve} \rightarrow 75.921363459502348104$$

$$F3 = 10 \log(10^{7.24} + 10^{4.93} + 10^{5.39} + 10^{6.24} + 10^{6.78} + 10^{6.64}) \text{ solve} \rightarrow 74.747573084344953082$$

$$F4 = 10 \log(10^{7.17} + 10^{4.73} + 10^{5.59} + 10^{6.34} + 10^{6.65} + 10^{7.03}) \text{ solve} \rightarrow 75.132658600812548359$$

$$F5 = 10 \log(10^{7.27} + 10^{4.86} + 10^{5.48} + 10^{6.21} + 10^{6.9} + 10^7) \text{ solve} \rightarrow 75.8614155933865592222$$

$$F6 = 10 \log(10^{7.25} + 10^{4.88} + 10^{5.28} + 10^{6.01} + 10^{6.69} + 10^{6.34}) \text{ solve} \rightarrow 74.176052118294253833$$

### 4. Perhitungan Nilai TTB Avg (dB) setelah diketahui nilai TL pengukuran untuk jarak 5 m.

$$F1 = 10 \log(10^{6.83} + 10^{7.07} + 10^{7.64} + 10^{7.1} + 10^7 + 10^{6.9}) \text{ solve} \rightarrow 79.670512721306658562$$

$$F2 = 10 \log(10^{6.96} + 10^{7.33} + 10^{7.69} + 10^{7.1} + 10^7 + 10^{6.9}) \text{ solve} \rightarrow 80.41432747728843694$$

$$F3 = 10 \log(10^{6.29} + 10^{6.26} + 10^{7.11} + 10^{7.1} + 10^7 + 10^{6.9}) \text{ solve} \rightarrow 76.738000700958470639$$

$$F4 = 10 \log(10^{7.29} + 10^{7.43} + 10^{7.36} + 10^{7.1} + 10^7 + 10^{6.9}) \text{ solve} \rightarrow 79.993698465813337662$$

### 5. Perhitungan Nilai TTB Avg (dB) setelah diberi peredam bahan load Vynl.

$$F1 = 10 \log(10^{5.12} + 10^{4.87} + 10^{5.04} + 10^{5.19} + 10^{6.38} + 10^{5.99}) \text{ solve} \rightarrow 65.880721617965574282$$

$$F2 = 10 \log(10^{5.33} + 10^{5.13} + 10^{5.09} + 10^{5.34} + 10^{6.72} + 10^{6.24}) \text{ solve} \rightarrow 68.851559542647346036$$

$$F3 = 10 \log(10^{4.69} + 10^{4.06} + 10^{4.51} + 10^{5.19} + 10^{6.56} + 10^{6.14}) \text{ solve} \rightarrow 67.208020435194086306$$

$$F4 = 10 \log(10^{5.69} + 10^{5.23} + 10^{5.41} + 10^{5.57} + 10^{6.8} + 10^{6.37}) \text{ solve} \rightarrow 69.974728961588502246$$

6. Perhitungan Nilai TTB Avg (dB) setelah diberi peredam bahan Polycarbonate.

$$F1 = 10 \log(10^{6.83} + 10^{4.77} + 10^{5.34} + 10^{5.99} + 10^{6.28} + 10^{6.39}) \text{ solve} \rightarrow 70.925766910229288712$$

$$F2 = 10 \log(10^{6.96} + 10^{5.03} + 10^{5.39} + 10^{6.14} + 10^{6.67} + 10^{6.64}) \text{ solve} \rightarrow 72.875098853371171538$$

$$F3 = 10 \log(10^{6.29} + 10^{3.96} + 10^{4.81} + 10^{5.92} + 10^{6.46} + 10^{6.54}) \text{ solve} \rightarrow 69.641037046274939972$$

$$F4 = 10 \log(10^{7.29} + 10^{5.13} + 10^{5.71} + 10^{6.37} + 10^{6.7} + 10^{6.77}) \text{ solve} \rightarrow 75.236280618063381529$$

7. Perhitungan Nilai TTB Avg (dBA) setelah diketahui nilai TL pengukuran untuk jarak 2 m.

$$F1 = 10 \log(10^{5.7} + 10^{6.46} + 10^{7.08} + 10^{7.1} + 10^{7.12} + 10^7) \text{ solve} \rightarrow 77.090976050604780968 \text{ dBA}$$

$$F2 = 10 \log(10^{5.69} + 10^{6.31} + 10^{7.08} + 10^{7.1} + 10^{7.12} + 10^7) \text{ solve} \rightarrow 77.01792263233804803 \text{ dBA}$$

$$F3 = 10 \log(10^{5.63} + 10^{6.34} + 10^{6.78} + 10^{7.1} + 10^{7.12} + 10^7) \text{ solve} \rightarrow 76.474979696331837803 \text{ dBA}$$

$$F4 = 10 \log(10^{5.56} + 10^{6.14} + 10^{6.98} + 10^{7.1} + 10^{7.12} + 10^7) \text{ solve} \rightarrow 76.726899978802540965 \text{ dBA}$$

$$F5 = 10 \log(10^{5.66} + 10^{6.27} + 10^{6.89} + 10^{7.1} + 10^{7.12} + 10^7) \text{ solve} \rightarrow 76.613721878707993982 \text{ dBA}$$

$$F6 = 10 \log(10^{5.64} + 10^{6.29} + 10^{6.69} + 10^{7.1} + 10^{7.12} + 10^7) \text{ solve} \rightarrow 76.340333791206004117 \text{ dBA}$$

8. Perhitungan Nilai TTB Avg (dB) setelah diberi peredam bahan load Vynl.

$$F1 = 10 \log(10^{4.1} + 10^{4.26} + 10^{5.07} + 10^{5.57} + 10^7 + 10^{6.5}) \text{ solve} \rightarrow 71.36152408382915103 \text{ dBA}$$

$$F2 = 10 \log(10^{4.09} + 10^{4.11} + 10^{4.98} + 10^{5.32} + 10^{7.19} + 10^{6.54}) \text{ solve} \rightarrow 72.879662439233381322 \text{ dBA}$$

$$F3 = 10 \log(10^{4.08} + 10^{4.34} + 10^{4.77} + 10^{5.44} + 10^7 + 10^{6.34}) \text{ solve} \rightarrow 70.98525633416902512525 \text{ dBA}$$

$$F4 = 10 \log(10^{3.96} + 10^{3.93} + 10^{4.97} + 10^{5.54} + 10^{6.87} + 10^{6.73}) \text{ solve} \rightarrow 71.219245284473917231 \text{ dBA}$$

$$F5 = 10 \log(10^{4.06} + 10^{4.07} + 10^{4.86} + 10^{5.41} + 10^{7.12} + 10^{6.7}) \text{ solve} \rightarrow 72.682772641336853558 \text{ dBA}$$

$$F6 = 10 \log(10^{4.04} + 10^{4.09} + 10^{4.86} + 10^{5.21} + 10^{6.91} + 10^{6.04}) \text{ solve} \rightarrow 69.757047379886417995 \text{ dBA}$$

9. Perhitungan Nilai TTB Avg (dB) setelah diberi peredam bahan Polycarbonate.

$$F1 = 10 \log(10^{5.7} + 10^{4.16} + 10^{5.37} + 10^{6.37} + 10^{6.9} + 10^{6.9}) \text{ solve} \rightarrow 72.783158406565735339 \text{ dBA}$$

$$F2 = 10 \log(10^{5.69} + 10^{4.01} + 10^{5.28} + 10^{6.32} + 10^{7.09} + 10^{6.98}) \text{ solve} \rightarrow 73.8386292113793921313 \text{ dBA}$$

$$F3 = 10 \log(10^{5.63} + 10^{4.04} + 10^{5.07} + 10^{6.26} + 10^{6.9} + 10^{6.76}) \text{ solve} \rightarrow 71.967708515848735618 \text{ dBA}$$

$$F4 = 10 \log(10^{5.56} + 10^{3.84} + 10^{5.27} + 10^{6.34} + 10^{6.77} + 10^{7.13}) \text{ solve} \rightarrow 73.448250178079347105 \text{ dBA}$$

$$F5 = 10 \log(10^{5.66} + 10^{3.97} + 10^{5.16} + 10^{6.21} + 10^{7.02} + 10^{7.1}) \text{ solve} \rightarrow 74.030057423001151957 \text{ dBA}$$

$$F6 = 10 \log(10^{5.64} + 10^{3.99} + 10^{4.96} + 10^{6.01} + 10^{6.81} + 10^{6.64}) \text{ solve} \rightarrow 70.32278333738043919 \text{ dBA}$$

10. Perhitungan Nilai TTB Avg (dBA) setelah diketahui nilai TL pengukuran untuk jarak 5 m.

$$F1 = 10 \log(10^{5.22} + 10^{6.18} + 10^{7.32} + 10^{7.1} + 10^{7.12} + 10^7) \text{ solve} \rightarrow 77.659984541345000524 \text{ dBA}$$

$$F2 = 10 \log(10^{6.96} + 10^{6.44} + 10^{7.37} + 10^{7.1} + 10^{7.12} + 10^7) \text{ solve} \rightarrow 78.517990252184048526 \text{ dBA}$$

$$F3 = 10 \log(10^{5.35} + 10^{5.37} + 10^{6.79} + 10^{7.1} + 10^{7.12} + 10^7) \text{ solve} \rightarrow 76.273255648713894691 \text{ dBA}$$

$$F4 = 10 \log(10^{5.68} + 10^{6.54} + 10^{7.04} + 10^{7.1} + 10^{7.12} + 10^7) \text{ solve} \rightarrow 77.04858903608121985 \text{ dBA}$$

**11. Perhitungan Nilai TTB Avg (dB) setelah diberi peredam bahan load Vyni.**

$$P1 = 10 \log(10^{3.59} + 10^{3.98} + 10^{4.72} + 10^{5.19} + 10^{6.5} + 10^{6.09}) \text{ solve} \rightarrow 66.64016330595996481 \text{ dBA}$$

$$P2 = 10 \log(10^{3.72} + 10^{4.24} + 10^{4.77} + 10^{5.34} + 10^{6.84} + 10^{6.34}) \text{ solve} \rightarrow 69.734215031088285765 \text{ dBA}$$

$$P3 = 10 \log(10^{3.08} + 10^{3.17} + 10^{4.19} + 10^{5.19} + 10^{6.68} + 10^{6.24}) \text{ solve} \rightarrow 68.2589023176808051141 \text{ dBA}$$

$$P4 = 10 \log(10^{4.08} + 10^{4.34} + 10^{5.09} + 10^{5.57} + 10^{6.92} + 10^{6.47}) \text{ solve} \rightarrow 70.71782965894531965 \text{ dBA}$$

**12. Perhitungan Nilai TTB Avg (dB) setelah diberi peredam bahan Polycarbonate.**

$$P1 = 10 \log(10^{5.22} + 10^{3.88} + 10^{5.02} + 10^{5.99} + 10^{6.4} + 10^{6.49}) \text{ solve} \rightarrow 68.361769881741635488 \text{ dBA}$$

$$P2 = 10 \log(10^{5.35} + 10^{4.14} + 10^{5.07} + 10^{6.14} + 10^{6.74} + 10^{6.74}) \text{ solve} \rightarrow 71.047044586482059533 \text{ dBA}$$

$$P3 = 10 \log(10^{4.68} + 10^{3.07} + 10^{4.49} + 10^{5.92} + 10^{6.58} + 10^{6.64}) \text{ solve} \rightarrow 69.580263880928606764 \text{ dBA}$$

$$P4 = 10 \log(10^{5.68} + 10^{4.24} + 10^{5.39} + 10^{6.37} + 10^{6.83} + 10^{6.87}) \text{ solve} \rightarrow 72.331419859934003231 \text{ dBA}$$



**Noise Control Help Line**

**1-800-854-2948**

**M-F 7am-6pm (Central time)**

**BEST PRICE GUARANTEE**

[ECHO ELIMINATOR™](#)

[SOUND SILENCER™](#)

[dBA Panels](#)

[DESIGNER ACOUSTICAL CURTAINS](#)

[DECORATIVE FABRIC WRAPPED](#)

[PANELS](#)

[SOUND ABSORBING FOAM](#)

[HANGING ACOUSTICAL BAFFLES](#)

[SONEX™ FOAM PRODUCTS](#)

[ACOUSTIC QUILTED CURTAIN](#)

[NOISE BARRIER-NOISE BLOCKERS](#)

[Mass Loaded Vinyl Barriers](#)

[Melamine Composite Panel](#)

[Polyurethane Composite Panel](#)

[Barrier Decoupler](#)

[PVC Barrier Decoupler](#)

[Pipe Lagging](#)

[Pipe Lagging W/Decoupler](#)

[Acousti-Lead™](#)

## Lampiran E

# ACOUSTICAL SURFACES, Inc.

[Applications](#) [What's Your Problem?](#) [Acoustics 101](#) [Soundproofing Tips](#) [Literature](#) [Photos](#) [News](#)

[Who We Are](#) [Financing](#) [Contact Us](#) [Links](#) [Site Map](#) [Blog](#) [Home](#)

Your One-Stop Resource for  
Noise Control Solutions



### NOISE S.T.O.P.™ Vinyl BARRIER

#### Mass Loaded Vinyl Noise Barrier

- Reduces Sound Transmission
- Contains Noise
- Improves Communications
- Improves Health & Safety

**MATERIAL:** Mass Loaded Vinyl Barrier

**PATTERN:** Smooth Finish

**FEATURES:** High density limp material to reduce noise transmission.

**APPLICATIONS:** Reduced noise transmission through ceilings, walls, floors, machinery enclosures, ductwork over suspended ceilings on studs or joists.

**THICKNESS:** 1/16" - 1/2lb./sq.ft. 1/8" - 1lb./sq.ft. 1/4" - 2lb./sq.ft.

**SIZES:** 54" Wide x 20', 30', 60' Rolls - 2'x2', 2'x4' Sheets, Die Cutting Available

**COLOR:** Black, Grey (Reinforced), Tan and Clear (Transparent or Translucent)

**FLAMMABILITY:** UL 94VO





## AcustiClear™ by Qulite International

### Specifications:

#### Material

Block:	Polycarbonate
Bezel:	Noryl® or Polycarbonate
Frame:	Steel or Plastic

#### Single Panel Sections

Thickness:	5in.
Height:	As Required in 16in. Increments
Length:	Up to 16ft. Between Columns

Weight: Appx. 6lbs. Per sq. ft.

Color: Custom Colors Available

#### Strength<sup>1</sup>:

Wind Load	Length to deflect ratio @ 60 mph. = 240
Deflection	

#### Noise Reduction<sup>2</sup>

Freq. (Hz)	250	500	1000	2000	4000
AC	0.21	0.64	0.88	0.72	0.58
STL (dB)	23	23	24	36	36

Absorption Coefficient (AC) per ASTM C 423-90a.

Sound Transmission Loss (STL) per ASTM E-413 procedure E90-90.

#### Proven Noise Reduction

- Performance certified by independent laboratory testing.
- Reduces transmitted noise penetrating the wall by more than 80%
- Reduces reflected noise by more than 60%

#### Cost Effective

- Easily transported to job site and installed with light equipment. Installed cost is competitive with concrete block.
- Total life cycle cost is lower than conventional materials. Modular, factory-assembled panels save money through fast installation, low maintenance cost, and easy relocation.

#### Innovative Design

- Lightweight, factory-assembled wall panels consist of clear plastic blocks surrounded by noise trapping bezels and mounted in a high strength steel frame.

1. Merrill Coupling Assoc. Consult. Engineers, Los Angeles, CA

2. Western Electro Acoustic Labs., Santa Monica, CA

#### Acoustical Solutions, Inc.

2420 Grenoble Road, Richmond, Virginia, 23294

Toll Free: 800-782-5742 Telephone: 804-346-8350 Fax: 804-346-8808

[www.AcousticalSolutions.com](http://www.AcousticalSolutions.com)