



TESIS RA 092348

**KUALITAS AKUSTIK RUANG KELAS BAGI ANAK
AUTIS PADA USIA SEKOLAH DASAR**

Nurhidayati
3211204003

Dosen Pembimbing

Dr. Eng. Ir. Dipl. Ing. Sri Nastiti N.E., MT
Ir. Wiratno Argo Asmoro, Msc

**PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN ARSITEKTUR LINGKUNGAN
JURUSAN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2014**



THESIS RA 092348

**CLASSROOM ACOUSTIC QUALITY FOR
ELEMENTARY SCHOOL CHILDREN WITH
AUTISM**

Nurhidayati
3211204003

Supervisor

Dr. Eng. Ir. Dipl. Ing. Sri Nastiti N.E., MT
Ir. Wiratno Argo Asmoro, Msc

**MASTER PROGRAM
ENVIRONMENTAL ARCHITECTURE
DEPARTMENT OF ARCHITECTURE
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TEKNOLOGI
SURABAYA
2014**

**LEMBAR PENGESAHAN TESIS
KUALITAS AKUSTIK RUANG KELAS BAGI ANAK AUTIS PADA USIA
SEKOLAH DASAR**

Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (M.T)

Di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

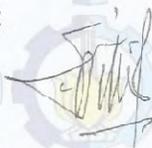
Nurhidayati

NRP : 3211204003

Tanggal ujian : 14 Juli 2014

Periode Wisuda : September 2014

Disetujui oleh :



1. Dr. Eng. Ir. Dipl.-Ing. Sri Nastiti NE, MT
NIP : 19111291986012001

(Pembimbing I)



2. Ir. Wiratno Argo Asmoro, MSc
NIP : 196002291987011001

(Pembimbing II)



3. Dr. Ir. Vincentius Totok N, M.T
NIP: 195512011981031003

Penguji I



4. Prof. Dr. Ir. Josef Prijotomo, M Arch
NIP: 194803121977031001

Penguji II

Direktur Program Pascasarjana,



Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, M.T
NIP. 19640405 199002 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan pernyataan ini saya menyatakan bahwa tesis yang saya tulis dengan judul “Kualitas Akustik Ruang Kelas Bagi Anak Autis Pada Usia Sekolah Dasar” adalah benar merupakan hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua sumber referensi yang dikutip dan yang dirujuk telah ditulis dengan lengkap pada Daftar Pustaka. Apabila di kemudian hari diketahui terjadi penyimpangan dari pernyataan yang saya buat, maka saya siap menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Surabaya, Agustus 2014

Penulis



Nurhidayati.

ABSTRACT
CLASSROOM ACOUSTIC QUALITY FOR ELEMENTARY SCHOOL CHILDREN WITH AUTISM

Name : Nurhidayati
NRP : 3211204003
Supervisor : Dr. Eng. Ir. Dipl. Ing. Sri Nastiti N.E., MT
Co. Supervisor : Ir. Wiratno Argo Asmoro, MSc

ABSTRACT

Classroom acoustics for children with autism need special treatment because children with autism are sensitive to high noise frequency. Unfortunately inclusive school located in heavy traffic surrounding, in which noise will bother the concentration of autism children and learning activities.

Objectives of this research is to evaluate the classroom acoustic quality used for children with autism, which is influenced by traffic noise and facade material. It is aimed also to propose the new design classrooms for autism children to improve acoustic quality to meet their needs. Research is consist of field data collection by measurement of acoustic performance and simulation. Parameter investigated in this research are Background Noise Level (BNL), Transmission Loss (TL) and Reverberation Time (RT).

There is no available requirements of Noise Criteria (NC) and RT for classroom with autism. In this research those value are obtained by approach condition autism childrento noise and acoustic requirements for each room. The r equirements NC is NC 15-20 and RT is 04 -06 seconds. Acoustic quality is obtained by reduce noise through the facade capabilities and absorption of receiver room. The best noise reduction is 62.02dB and RT ability is 0,53 seconds (frequency 500Hz - 1KHz). The best value is obtained by combine both of fasade material and absorption of receiver room. Best combine materials are *Double Brick Cavity Plaster, rubber, plastic, plywood* and *cork*. The classroom with replenishment absorption material percentage of 4 %, reduce value of RT for 0.8 seconds.

Keywords : acoustic, autism, Background Noise Level (BNL), Reverberation Time (RT), inclusive school, Transmission Loss (TL)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT., atas segala karunia dan ridho-NYA, sehingga tesis dengan judul “*Kualitas Akustik Ruang Kelas Bagi Anak Autis Pada Usia Sekolah Dasar*” ini dapat diselesaikan.

Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Magister Teknik (M.T.) dalam bidang keahlian Arsitektur Lingkungan pada program studi Arsitektur di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih yang sebesar besarnya, kepada :

1. Allah SWT, yang selalu sayang dan memberi banyak pelajaran dalam kehidupan penulis.
2. Ibunda tersayang Suharjati, Spd yang selalu memberi dukungan dalam berbagai bentuk. Sering menemani belajar saat penulis pulang ke Solo, selalu memberi nasehat dan kekuatan. Inung sayang ibu. Ayahanda tersayang Dr Suharno, MPd dengan semua kemampuan dan tenaganya yang selalu berjuang untuk anak-anaknya.
3. Ibu Dr.Eng.Ir.Dipl-Ing.Sri Nastiti NE, MT dan Bapak Ir. Wiratno Argo Asmoro, MSc atas bimbingan dan arahan serta waktu yang telah diluangkan kepada penulis selama menjadi dosen pembimbing dan perkuliahan, hingga selesainya tesis ini. Terimakasih untuk kesabaran, ketelatenan, saran dan berbagai diskusinya.
4. Bapak Dr. Ir. I Gusti Ngurah Antaryama untuk bimbingan dan arahnya selama menjadi dosen wali dan perkuliahan.
5. Bapak Dr.Ir.Vincentius Totok N, M.T dan Bapak Prof. Dr. Ir. Josef Prijotomo, M Arch atas saran dan masukannya dalam ujian sidang proposal hingga ujian akhir tesis, sehingga tesis ini semakin baik.

6. Keluarga di rumah Solo, Mas Iwan, Mbak Sulis, dek Linda dan ponakan tersayang “Unaaa” Yumnaa. Dek Linda, terimakasih untuk jalan-jalannya, *sharingnya*. Yumnaa dengan segala kepolosan dan kelucuannya yang selalu menggemaskan.
7. Almarhumah Nenek tersayang Hj. Musinem, terimakasih untuk pesan Uti sebelum pergi, untuk selalu rajin belajar. Pesan itu selalu jadi penyemangat. Keluarga Besar Jogja, om, bulik, adik-adik, Gilang, Bima, Nadia, Ulfa untk teman curhat dan jalan-jalan. Terimakasih juga untuk keluarga Om Ryan dan Bulik Yani, Diva dan Dewan yang meluangkan waktunya untuk datang di sidang tesis. Keluarga Om Sehman dan Bulik yang sering mampir ke kos.
8. Pihak sekolah SDN Keputih 245 dan SDN Menur Pumpungan (Kepala Sekolah, para guru dan siswa) atas bantuannya dalam kelancaran survey untuk data penelitian. Terimakasih untuk Fitri dan Regal di kelas Inklusi, kalian adalah anak-anak yang istimewa, keterbatasan kalian menjadi keistimewaan kalian. Bertemu kalian mgingatkanku untuk semakin bersyukur.
9. Teman-teman Lab. Akustik Teknik Fisika ITS, Anam, Sena atas bantuan dalam kelancaran tesis. Yang sudah meluangkan waktu untuk perekaman data akustik dan membantu pengolahannya.
10. Teman-teman Arsitektur Lingkungan 2011, mbak Arum, mbak Tifa, mbak Aini, mbak Nanda, mbak Listi, ce Susan, ce Feny, Septi, Okta dan Vio. Terimakasih untuk semuanya dan kebersamaan selama kita kuliah. Kakak Tingkat Arsitektur lingkungan 2010. Mbak Suzan, semangat ya kerjain tesisnya. Pasti bisa.
11. Teman-teman kos Keputih Perintis 2, mbak Findi, Amel, Aya, Nisa yang selalu memberi dukungan dalam berbagai bentuk, dengan kehebohannya, teriak-teriak, narsisnya, nasehat, saat bercanda, masak hingga makan bersama.
12. Sahabat – sahabatku tersayang Upix Lolaa, Itha, dan mbak Hening untuk jalan-jalannya, curhatnya dan semuanya. Upix Lolaa yang juga membantu kursus kilat hitungan, diskusi dan maaf kalau sering kena marah. Itha Kunti, yang sekarang jarang bertemu, namun sekalinya bertemu langsung tahan *ngobrol* berjam-jam.

Alan, yang sering membuat tertawa kembali saat sedih, yang dari sabar hingga marah-marah dalam menasehati, tapi pada akhirnya semua itu untuk kebaikan dan membuat sadar jika sahabat tidak selalu mengiyakan apapun yang dilakukan sahabatnya, kalau memang salah, harus diingatkan. Terimakasih untuk “jawaban ajaib”nya.

13. Sahabat sekaligus kakak di tempat Latihan yang sekarang dalam bisnis yang sama di Simplebiznet, mbak Tatik dan Mbak Palupi, terimakasih sudah bersedia meneror dan gentian diteror tanpa mengenal waktu. Sukses ya teman.
14. Teman-teman S1 Desain Interior angkatan 2006 FSSR UNS, untuk Hesti dan Mas Didik, terimakasih bantuannya.

Dengan keterbatasan pengalaman, pengetahuan maupun pustaka yang ditinjau, penulis menyadari bahwa tesis ini masih banyak kekurangan dan perlu pengembangan adanya lebih lanjut agar bermanfaat. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran agar tesis ini lebih sempurna serta sebagai masukan bagi penulis untuk penelitian dan penulisan karya ilmiah di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap tesis ini memberikan manfaat bagi kita semua terutama untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan pendidikan.

Surabaya, Agustus 2014
Penulis,

Nurhidayati

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS	i
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iii
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Pertanyaan Penelitian	6
1.4. Tujuan	6
1.5. Manfaat	7
1.6. Batasan Penelitian	7
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	9
2.1 Akustik Lingkungan	9
2.1.1 Bunyi dan Rentang Suara Yang Dapat Didengar Manusia	9
2.1.2 Kebisingan	10
2.1.2.1 Kebisingan dan Sumber Kebisingan	10
2.1.2.2 Perambatan kebisingan	12
2.1.3 Kriteria Kebisingan	13
2.2 Akustik Ruang	16
2.2.1 Perilaku Bunyi dalam Ruang Tertutup	16
2.3 Parameter Kualitas Akustik dalam Ruang Kelas	19

2.3.1 Background Noise Level (BNL) dan Noise Criteria (NC)	19
2.3.2 Noise Reduction (NR).....	20
2.3.3 Transmission Loss (TL)	21
2.5.4 Waktu Dengung(RT)	21
2.4 Cacat Akustik Pada Ruangan	23
2.5 Element Bangunan Sebagai Pendukung Performa Akustik Ruang Kelas Bagi Anak Autis	24
2.5.1. Dinding	24
2.5.2 Lantai.....	26
2.5.3 Ceiling / Atap / Langit -Langit Ruangan	26
2.5.4 Rancangan Konstruksi Partisi	27
2.5.5 Bukaannya	27
2.5.6 Site Plan dan Layout dalam Pereduksi Kebisingan	28
2.5.7 Denah dan Furniture ruang kelas	30
2.5.8 Material Akustik	31
2.5.8.1 Material penyerap	31
2.5.8.2 Material Penghalang	32
2.5.8.3 Material Peredam	32
2.5.9 Pemilihan Material sesuai kebutuhan anak autis	32
2.6 Autisme.....	32
2.6.1 Pengertian Autis dan Jenis Anak Autis	32
2.6.2 Kebiasaan Anak Autis Sehari-hari	34
2.7 Autis dan Kebisingan	35
2.7.1 Pengaruh Akustik Terhadap Anak Autis	35
2.7.2 Kebutuhan Akustik di ruang kelas Bagi Anak Autis	36
2.8 Sekolah Inklusi.....	37
2.8.1 Definisi sekolah inklusi	37
2.8.2 Persyaratan Umum Berdirinya Sekolah Inklusi	38
2.8.3 Akustik Ruang Kelas	38

2.9 Resume Kajian Pustaka	40
---------------------------------	----

BAB 3 METODE PENELITIAN	43
--------------------------------------	-----------

3.1 Paradigma Penelitian	43
--------------------------------	----

3.2 Strategi Penelitian	43
-------------------------------	----

3.2.1 Eksperimental	43
---------------------------	----

3.3 Metode Penelitian	44
-----------------------------	----

3.3.1 Observasi Lapangan	45
--------------------------------	----

3.3.2 Simulasi Komputer	46
-------------------------------	----

3.4 Objek Penelitian	47
----------------------------	----

3.5 Variabel Penelitian	50
-------------------------------	----

3.5.1 Variabel Terikat	50
------------------------------	----

3.5.1.1 Background Noise Level dan Noise Criteria	50
---	----

3.5.1.2 Transmission loss (TL)	51
--------------------------------------	----

3.5.1.3 Waktu Dengung (RT)	51
----------------------------------	----

3.5.2 Variabel Bebas	51
----------------------------	----

3.5.2.1 Background noise level dan Noise Criteria.....	52
--	----

3.5.2.2 Waktu Dengung (RT)	53
----------------------------------	----

3.6 Populasi dan Sampel Penelitian	53
--	----

3.7 Data dan Teknik Pengumpulan Data	55
--	----

3.7.1 Pengukuran Fisik Objek / sekolah	57
--	----

3.7.2 Pengambilan Data Akustik	57
--------------------------------------	----

3.7.3 Observasi Perilaku Dan Kegiatan Di Kelas Inklusi Bagi Anak Autis	61
--	----

3.8 Tahapan Penelitian	62
------------------------------	----

3.8.1 Tahap Awal Penelitian	62
-----------------------------------	----

3.8.2 Penentuan Nilai RT Dan NC Untuk Kelas Dengan Siswa Autis Di Dalamnya	63
---	----

3.8.2.1 Acuan Penentuan NC (Noise Criteria) Bagi Anak Autis.	63
---	----

3.8.2.2 Acuan Penentuan RT(Reverberation Time) Bagi Anak Autis	66
--	----

3.8.3 Tahap Eksperimen	68
3.8.3.1 Permodelan	68
3.8.3.2 Perhitungan nilai NR dan TL	69
3.8.3.3 Tahap Simulasi untuk Waktu Dengung (RT)	69
3.8.3.4 Tahap Eksperimen Desain Baru	73
3.9 Metode Analisis Data	74
3.9.1 Analisis Kondisi Jalan, Layout Terhadap Kebisingan Ruang	74
3.9.2 Analisa Pengaruh Fasade Terhadap Kualitas Akustik	74
3.9.3 Analisis Material di Dalam Ruang Kelas	75
BAB 4 HASIL DAN ANALISA PEMBAHASAN	77
4.1 Hasil Pengamatan dan Wawancara Kondisi Siswa ABK	77
4.1.1 SDN Menur Pumpungan	77
4.1.2 SDN Keputih 245	78
4.1.3 Ruang kelas ideal untuk kelas inklusi	79
4.1.4 Kemungkinan siswa autis mengikuti kegiatan reguler	79
4.1.5 Kondisi siswa ABK (autis) Terhadap Ruang Kelas	80
4.2 Data Lapangan	80
4.2.1 SDN Menur Pumpungan	81
4.2.1.1 Ruang Kelas Inklusi	84
4.2.1 SDN Keputih 245	88
4.2.2.1 Ruang Kelas inklusi	90
4.3 Simulasi Reverberation Time (RT) Menggunakan Software Ecotect	92
4.3.1 Simulasi Ruang Kelas Inklusi SDN Keputih 245	92
4.3.2 Simulasi Ruang kelas inklusi SDN Menur Pumpungan	94
4.4 Hasil Pengukuran Akustik Dan Kemampuan TL Ruang Kelas	96
4.4.1 Kelas Inklusi SDN Keputih 245	96
4.4.3 Kelas Inklusi SDN Menur Pumpungan	101
4.5 Analisis Kualitas Akustik Objek Penelitian	104

4.5.1 Analisis Jalan Dan Traffic Flow Sebagai Sumber Kebisingan Utama.....	104
4.5.2 Analisis Pengaruh Fasade Terhadap Kualitas Akustik	105
4.5.3 Analisis Material untuk Penyerapan Bunyi Dalam Ruang	111
4.5.3.1 Menurunkan nilai RT (Waktu Dengung)	111
4.5.3.2 Memperbaiki Nilai Transmission Loss (TL)	114
4.5.4 Pemilihan Material Dari Sisi Kebutuhan Anak Autis	116
4.5.4.1 Usulan Desain Kelas Inklusi SDN Keputih 245	117
4.5.4.2 Usulan Desain Kelas Inklusi SDN Menur Pumpungan	121
4.6 Rangkuman Analisis Pembahasan Penelitian	125
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	127
5.1 Kesimpulan	127
5.2 Saran	129
DAFTAR PUSTAKA	131
LAMPIRAN	137
BIOGRAFI PENULIS	176

DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar 1-1 Ilustrasi Perencanaan Sekolah Yang Ideal, Menjauhkan Dari Sumber Kebisingan.....</u>	3
<u>Gambar 2.1 Airborne Sound</u>	12
<u>Gambar 2.2 Structureborne Sound.....</u>	13
<u>Gambar 2-3 Kurva Noise Criteria dan Persepsi Pendengar.....</u>	14
<u>Gambar 2.4 Pemantulan gelombang bunyi oleh bidang bangunan</u>	17
<u>Gambar 2-5 Lorong yang harus disusun dengan bahan penyerap yang baik,.....</u>	17
<u>Gambar 2-6 Panel dengan permukaan yang mampu menyerap dan memantulkan secara difus untuk mengatasi Flutte Echoes</u>	17
<u>Gambar 2-7 Difusi secara teratur, sumber dan defraksi karena terdapat celah dinding</u>	18
<u>Gambar 3-1 Lokasi Terpilih.....</u>	48
<u>Gambar 3-2 Orientasi SDN Menur Pumpungan (kiri) dan SDN Keputih (kiri) ..</u>	49
<u>Gambar 3-3 Denah existing dan Ruang kelas yang terpilih SDN Menur Pumpungan (tanda merah)</u>	49
<u>Gambar 3-4 Denah existing dan Ruang kelas yang terpilih SDN Keputih 245 ...</u>	49
<u>Gambar 3-5 Salah Satu Contoh Titik Peletakan SLM.....</u>	59
<u>Gambar 3-6 Contoh Peletakan SLM di dalam ruang kelas, menghadap ke luar / bukaan</u>	60
<u>Gambar 3-7 Contoh Peletakan SLM di luar kelas menghadap ke jalan</u>	60
<u>Gambar 3-8 Kondisi di playground / halaman sekolah saat pengambilan data akustik</u>	60
<u>Gambar 3-9 Kondisi jalan di depan objek pengambilan data akustik yang merupakan sumber utama kebisingan.....</u>	61
<u>Gambar 3-10 Grafik Perbandingan NC Dan Kebisingan Yang Bisa Diterima Di Dalam Ruang</u>	65
<u>Gambar 3-11 Perbandingan NC terhadap kebutuhan RT pada ruang</u>	68
<u>Gambar 3-12 Contoh penggambaran kondisi eksisting ruang kelas.....</u>	70
<u>Gambar 3-13 Pemberian material terlihat grafik yang menunjukkan nilai setiap frekuensi.....</u>	70

<u>Gambar 3-14 Tampilan layer material yang terpilih</u>	71
<u>Gambar 3-15 Contoh Hasil Running Akan Terlihat Grafik Nilai RT Tiap Frekuensi Dan Tabel Hasil</u>	72
<u>Gambar 3-16 Contoh grafik perbandingan hasil simulasi RT eksisting dan perlakuan akustik</u>	72
<u>Gambar 3-17 Contoh deskripsi elemen ruang dan material kondisi existing dan Treatment</u>	73
<u>Gambar 4-1 Site plan SDN Menur Pumpungan di antara beberapa fasilitas umum dan area perumahan</u>	81
<u>Gambar 4-2 Tampak depan (akses masuk SDN Menur Pumpungan)</u>	82
<u>Gambar 4-3 Pagar pembatas yang rendah pada sisi bangunan tipologi L (pada jalan Menur Pumpungan)</u>	83
<u>Gambar 4-4 Letak jalan terhadap bangunan</u>	83
<u>Gambar 4-5 Denah Existing SDN Menur Pumpungan dengan kelas sebagai objek (Tanda merah)</u>	84
<u>Gambar 4-6 Area Pintu masuk berhadapan langsung dengan Kampus STESIA</u> ..	84
<u>Gambar 4-7 Layout Ruang kelas inklusi</u>	85
<u>Gambar 4-8 Partisi antara dua kelompok belajar di kelas inklusi</u>	86
<u>Gambar 4-9 Roster (lubang ventilasi) dan glass block sebagai sarana masuknya kebisingan ke dalam kelas</u>	86
<u>Gambar 4-10 Pengaturan fasilitas belajar (meja dan kursi) yang berdekatan menjadi salah satu penyebab kebisingan di dalam kelas</u>	86
<u>Gambar 4-11 Contoh penggunaan material kayu solid pada hampir semua furniture ruang kelas</u>	87
<u>Gambar 4-12 Penggunaan material karet pada puzzle huruf dan angka</u>	87
<u>Gambar 4-13 Penggunaan material keramik pada lantai dan dinding</u>	87
<u>Gambar 4-14 Site plan SDN Keputih 245</u>	88
<u>Gambar 4-15 Tampak depan SDN Keputih 245</u>	89
<u>Gambar 4-16 Kondisi jalan di depan SDN Keputih 245 dan berbagai jenis kendaraan yang melewatinya</u>	89

<u>Gambar 4-17 Dua kelompok belajar di kelas inklusi dipisahkan oleh almari (sebagai partisi).....</u>	91
<u>Gambar 4-18 Jenis jendela di kelas inklusi.....</u>	91
<u>Gambar 4-19 Material kayu pada furniture dan kusen.....</u>	91
<u>Gambar 4-20 Penyimpanan papan tulis dan matras di salah satu sisi ruang.....</u>	91
<u>Gambar 4-21Grafik RT Perbandingan RT (60) Sabine Ruang Kelas Inklusi SDN Keputih 245.....</u>	93
<u>Gambar 4-22Grafik RT Kelas Inklusi SDN Menur Pumpungan.....</u>	95
<u>Gambar 4-23 Grafik Perbandingan nilai TL ruang kelas inklusi SDN Keputih 245.....</u>	100
<u>Gambar 4-24Grafik Perbandingan nilai TL ruang kelas inklusi SDN Menur Pumpungan.....</u>	103
<u>Gambar 4-25 Aplikasi serapan material roller blinds yang berbahan dasar plastic.....</u>	118
<u>Gambar 4-26 Perubahan bentuk dan tata letak furniture.....</u>	118
<u>Gambar 4-27 Perubahan letak papan tulis dan papan karya lainnya.....</u>	120
<u>Gambar 4-28Aksen warna orange pada tampilan fasade.....</u>	121
<u>Gambar 4-29 Tampak atas perubahan pada ruang kelas.....</u>	121
<u>Gambar 4-30perubahan desain furniture ruang kelas.....</u>	122
<u>Gambar 4-31 Rak Penyimpanan Dan Papan Karya.....</u>	123
<u>Gambar 4-32 Papan Kegiatan Dalam Kelas dan Papan Karya Siswa.....</u>	124
<u>Gambar 4-33 Papan karya dan papan tulis.....</u>	124

DAFTAR TABEL

<u>Tabel 2.1 Ambang batas pendengaran manusia</u>	13
<u>Tabel 2-2 Kebutuhan Noise Criteria setiap ruang</u>	15
<u>Tabel 3-1Daftar sample SD terpilih</u>	55
<u>Tabel 3-2 Data Primer Penelitian</u>	56
<u>Tabel 3-3 Data Sekuder Penelitian</u>	57
<u>Tabel 3-4 Jadwal Pengambilan Data Akustik</u>	59
<u>Tabel 3-5 Sumber kebisingan dan pengaruhnya terhadap anak autis.</u>	63
<u>Tabel 4-1 Perbandingan Luasan Material Kelas Inklusi SDN Keputih 245</u>	93
<u>Tabel 4-2 Perbandingan luasan serap material</u>	95
<u>Tabel 4-3 Hasil Pengukuran Akustik Kelas Inklusi SDN Keputih 245</u>	97
<u>Tabel 4-4Kebutuhan NR sesuai standar NC 15 kelas Inklusi SDN Keputih 245</u>	98
<u>Tabel 4-5 TL Existing Fasade Ruang Kelas Inklusi SDN Keputih 245</u>	99
<u>Tabel 4-6 Treatment 1 TL ruang kelas inklusi SDN Keputih 245</u>	100
<u>Tabel 4-7 Pengukuran Akustik Ruang Kelas Inklusi SDN Menur Pumpungan</u>	101
<u>Tabel 4-8 Kebutuhan NR standar NC 15 kelas Inklusi Menur Pumpungan</u>	102
<u>Tabel 4-9Perbandingan kebutuhan NR setiap kelas</u>	107
<u>Tabel 4-10 Perbandingan Kemampuan TL Dengan Material Fasade</u>	108
<u>Tabel 4-11Material pada fasade ruang kelas (objek penelitian)</u>	109
<u>Tabel 4-12 Contoh Perbandingan penggunaan material tambahan terhadap perubahan RT (diambil pada frekuensi 500Hz) Kelas Inklusi</u>	112
<u>Tabel 4-13 Perbandingan kemampuan TL dengan serapan material ruang penerima</u>	114
<u>Tabel 4-14 Perbandingan RT Dan TL Serapan Material</u>	115

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Anak berkebutuhan khusus atau lebih sering disebut ABK semakin hari kian menjadi sorotan. Yang menjadi bagian dari anak berkebutuhan khusus adalah anak-anak penderita autis. Indonesia menjadi peringkat ke lima dunia dalam jumlah penderita autis yang semakin meningkat dari tahun ke tahun, yang pada tahun 2010 mencapai 150.000 penderita autis (Awareness terhadap Dunia Autisme, 2011). Sedangkan penanganan untuk anak autis di Indonesia mulai berkembang meskipun belum sepadan dengan negara-negara maju lainnya.

Anak autis sendiri adalah anak yang mengalami gangguan berkomunikasi, berinteraksi sosial, emosional yang tidak menentu. Ketidakmampuan anak autis untuk mengontrol perilaku dirinya menyebabkan dia merasa tertekan, takut, menangis, marah hingga mengamuk jika merasa terganggu oleh suatu hal atau tidak terpenuhinya apa yang mereka inginkan. Selain itu anak autis juga mempunyai tingkat sensitifitas yang tinggi mengenai sensorik, visual dan bunyi-bunyian.

Kebutuhan pendidikan bagi anak berkebutuhan khusus atau ABK dalam hal ini anak autis semakin meningkat dengan adanya sekolah inklusi. Menurut Peraturan Kementerian Pendidikan Nasional (Permendiknas) Nomor 70/2009 "pendidikan inklusif adalah sistem pendidikan yang memberikan kesempatan bagi siswa berkebutuhan khusus dan berbakat untuk mengejar pendidikan di sekolah umum bersama dengan siswa yang normal" (Indraswari, 2010). Sekolah inklusi ini mengacu pada pernyataan PBB melalui UNESCO yang menjelaskan bahwa pendidikan adalah hal yang bersifat untuk semua (Education for All), dan didukung oleh UU No 20 tahun 2003 pasal 5 ayat 2 "Warga Negara yang mempunyai kelainan fisik, emosional, mental, intelektual dan/atau sosial berhak memperoleh pendidikan khusus". Sehingga keberadaan sekolah inklusi diharapkan mampu mengakomodasi kebutuhan anak autis dan memajukan pendidikan bagi anak autis.

Kegiatan belajar – mengajar di sekolah inklusi sangat didukung oleh desain bangunan sekolah itu sendiri. Karena sebuah desain yang dihasilkan mampu mengakomodasi perilaku dan kebutuhan penggunanya, dan akan mempengaruhi bagaimana perilaku pengguna dalam memenuhi kebutuhannya. Dalam sebuah penelitian dijelaskan bahwa akustik adalah elemen yang mempengaruhi perencanaan arsitektur yang berdampak terhadap perilaku anak autis. Selain akustik, elemen lain yang berpengaruh adalah zoning, audio visual, lighting (Mostafa, 2008:197). Hubungan kebiasaan perilaku manusia dan mentalnya akan sangat dipengaruhi oleh lingkungan fisiknya, apa yang dilihat, difikirkan dan disentuhnya. Sedangkan desain arsitektur akan menghasilkan wujud fisik yang diperlukan untuk memenuhi atau bahkan menjadi penghalang bagi terwujudnya perilaku manusia (Laurens, 2005:1).

Hal yang sangat penting dalam desain sebuah bangunan sekolah adalah menghindarkannya dari kebisingan lalu lintas. Quartieri (2010) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa bangunan yang berada di persimpangan jalan dan dekat dengan traffic light akan mengalami tingkat kebisingan lebih tinggi jika dibandingkan dengan bangunan yang berada jauh dari traffic light dan persimpangan. Kenaikan kebisingan mencapai 1 – 2,4 dB. Kebisingan terjadi karena tindakan kendaraan/pengguna alat transportasi, seperti memutar kendaraan, melambatkan atau mempercepat laju kendaraan dan bunyi klakson. Hal serupa juga dijelaskan oleh Coensel (2004) dalam penelitiannya bahwa keramaian lalu lintas (traffic flow) akan memberi dampak kebisingan yang berbeda-beda pada waktu tertentu.

Selain kebisingan akibat kegiatan lalu lintas (di luar lingkungan bangunan), sekolah juga perlu dihindarkan dari kebisingan yang berasal dari dalam lingkungan sekolah, seperti yang dihasilkan oleh kegiatan operasional ataupun mesin-mesin. Lokasi kelas haruslah terisolasi dari keramaian, berkonsentrasi pada lantai bawah guna memberi kemudahan bagi penyandang cacat serta tidak berdekatan dengan ruangan untuk fasilitas penerimaan tamu, makan, area parkir dan ruang mesin, atau yang berpotensi menimbulkan sumber bising (George Alinsod dkk, 2000) karena suara tersebut mengganggu dengan

cara merambat melalui udara maupun struktur bangunan (Doelle, 1972). Noise Criteria (NC) dari bising lingkungan yang disarankan untuk ruang kelas (0-59 tempat duduk) adalah 30-35 dB (ANSI S 12.60-2002, Classroom Design Guide, 2011 :18).

Suara dari luar ruang kelas disebabkan oleh adanya bukaan pada dinding. Bukaan pada bangunan jika dilihat secara akustik justru akan memperbesar nilai transmisi kebisingan yang masuk sehingga perletakan meja belajar haruslah jauh dari pintu ataupun jendela (Agarwal, 2009), selain itu juga perlu penanganan akustik yang maksimal.



Gambar 1-1 Ilustrasi Perencanaan Sekolah Yang Ideal, Menjauhkan Dari Sumber Kebisingan

Sumber : <http://www.ura.gov.sg/uol/perspectives/home/pr-ofs.aspx> dan data pribadi (2014)

Bangunan sekolah inklusi dengan sekolah biasa lainnya seharusnya dibedakan, karena sekolah inklusi menampung siswa berkebutuhan khusus yang masing-masing berbeda kebutuhannya jika dibandingkan dengan siswa normal lainnya (Langdon, Designing Inclusive System , 2012 : 210-211).

Meskipun telah ditetapkannya standar yang baik bagi perencanaan sekolah, namun masih saja ditemukan sekolah yang tidak sesuai dengan standar yang ada. Fakta di lapangan melalui pengamatan awal menunjukkan bahwa beberapa bangunan sekolah, khususnya sekolah inklusi terletak pada jalan raya sekunder tipe II dengan kepadatan yang tinggi. Kepadatan lalu lintas yang tinggi

tersebut karena jalan merupakan jalan dengan dua arah dan berada di daerah yang merupakan daerah penghubung. Permasalahan lainnya adalah pengaturan layout bangunan terhadap kondisi jalan. Beberapa ruang kelas pada SD tersebut letaknya sangat dekat dengan jalan raya dengan orientasi bukaan menghadap ke jalan dengan dimensi bukaan yang besar. Tidak semua SD menggunakan material yang cukup baik pada fasade dan interior ruang kelas. Salah satu ruang SD pada pengamatan awal, menggunakan kombinasi material dinding batu bata plester dan papan multipleks 3mm serta jaring kawat pada ventilasi ruang. Ruang lain di SD yang berbeda menggunakan kaca 6mm pada jendela dan ventilasi. Adanya partisi antara dua ruang kelas yang hanya menggunakan batu bata plester dan papan multipleks dengan pemasangan yang tidak sempurna dan Kondisi material fasade serta orientasi bangunan yang menghadap langsung ke jalan, menyebabkan tingginya tingkat kebisingan yang dirasakan di dalam ruang-ruang tersebut.

Pada pengamatan awal ditemukan bahwa desain ruang kelas, selain menyebabkan permasalahan akustik juga menyebabkan masalah tersendiri bagi perilaku anak autis di dalamnya. Seperti pada bukaan, letak bukaan (jendela yang rendah dan kaca transparent) yang mengakibatkan anak-anak autis masih bisa dengan jelas melihat dan mendengar kegiatan yang ada di luar kelas (misalnya suara orang berjalan, keramaian pergantian jam pelajaran, suara panggilan dan tertawa anak reguler) sehingga mengganggu konsentrasi belajarnya. Aspek desain lainnya yang kurang diperhatikan adalah penataan letak furniture pada ruang kelas reguler dan ruang inklusi. Siswa reguler lebih bisa mengontrol diri untuk tidak bermain / sembarangan menyentuh setiap furniture. Namun hal tersebut sulit berlaku pada siswa autis di kelas inklusi. Jika terdapat benda yang menurut mereka asing dan dengan warna yang menarik, anak autis akan tertarik. Tidak jarang mereka bermain dengan barang yang mereka temukan dan berakibat merusaknya.

Dari berbagai masalah di atas, dapat disimpulkan jika aspek desain seperti denah ruang kelas, letak dan dimensi bukaan, furniture dan material akan berkaitan dalam mempengaruhi kualitas akustik dan perilaku penghuni ruang (siswa dan guru).

Karena adanya permasalahan pada sekolah inklusi dan keterkaitannya dengan kualitas akustik, perilaku dan kebiasaan anak autis, maka penulis perlu mengetahui efektifitas penanganan permasalahan akustik yang nantinya mampu mendukung kegiatan-belajar yang baik. Penanganan permasalahan akustik dilakukan dengan cara perlakuan akustik pada element interior dan eksterior/ fasad ruang kelas. Melalui perlakuan bukaan, penerapan material penyerap, insulasi pada ruang/fasad kelas. Dengan mengetahui penanganan akustik melalui perlakuan akustik, diharapkan nantinya penulis mampu menentukan usulan desain yang paling efektif untuk sekolah inklusi Sehingga kebutuhan anak autis bisa terakomodasi dengan baik. Agar ruangan di sekolah inklusi, khususnya kelas inklusi menjadi lebih kondusif sebagai sarana baik untuk menyiapkan/ mengarahkan siswa autis memasuki dunia luarnya dan bergabung dengan lainnya.

1.2. Rumusan Masalah

Sekolah dan ruang kelas seharusnya memenuhi persyaratan baik secara fungsi maupun secara akustik, sehingga tercipta suasana yang kondusif untuk proses belajar mengajar. Salah satu persyaratan berdirinya sekolah adalah menjauhkannya dari berbagai sumber kebisingan (Arizona State University, 2011: 7), seperti memisahkan antara zona umum (playground, aula sekolah, taman, area parkir sekolah) dan zona privat, mempertimbangkan jarak antara ruang kelas dengan jalan di sekitar bangunan serta perletakan bukaan ruang kelas terhadap lingkungan sekitar.

Rumusan masalah pada penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Tingginya kebisingan akibat kegiatan lalu lintas terutama pada jalan dengan tipe persimpangan yang menjadi sumber kebisingan bagi ruang kelas, selain kebisingan yang berasal dari lingkungan dalam sekolah (kelas lain, kegiatan di halaman/playground).
- b. Ruang kelas berada di tepi jalan raya dengan orientasi bukaan fasade menghadap langsung ke jalan. Dilihat dari segi akustik, keberadaan bukaan justru akan merugikan, karena akan memperbesar tingkat kebisingan yang masuk ke dalam ruang kelas melalui udara dan struktur bangunan. Selain masalah akustik, bukaan yang terlalu rendah, akan mudah terjangkau oleh

anak-anak di dalamnya, sehingga mengganggu konsentrasi karena anak menjadi lebih mudah melihat dan mendengar yang terjadi di luar.

- c. Salah satu sensitifitas yang dialami oleh anak autis adalah sensitif terhadap bunyi-bunyian tertentu dan pada usia sekolah dasar, anak-anak memerlukan tingkat konsentrasi pendengaran yang lebih tinggi. Sehingga perlu adanya perlakuan yang lebih khusus terhadap ruang yang dihuni oleh anak autis dalam pemenuhan kualitas akustiknya.

1.3. Pertanyaan Penelitian

- a. Bagaimana pengaruh lingkungan di dalam dan luar sekolah terhadap kualitas akustik di dalam ruang kelas reguler dan ruang kelas inklusi yang semua ruang kelasnya berorientasi menghadap pada jalan?
- b. Sejauh mana pengaruh kebisingan dan denah ruang kelas inklusi terhadap anak autis yang belajar di dalamnya?
- c. Bagaimana kemampuan material yang ada sebagai pengendali kualitas akustik?
- d. Material seperti apa yang tepat untuk pengendalian akustik pada ruang kelas inklusi dan reguler yang sesuai dengan kebutuhan anak autis?

1.4. Tujuan

1. Mengevaluasi kualitas akustik ruang kelas inklusi yang di dalamnya terdapat anak autis, yang dipengaruhi oleh kebisingan sekitar ruang kelas, denah kelas dan material yang digunakan.
2. Menentukan material pengendali kualitas akustik yang sesuai dengan kebutuhan anak autis di kelas inklusi.
3. Menentukan usulan desain baru ruang kelas guna memperbaiki kualitas akustik dan yang mampu memenuhi kebutuhan anak autis yang belajar di dalamnya.

1.5. Manfaat

- a. Secara teoritis, mampu menghasilkan parameter akustik (pada frekuensi 500Hz-4KHz) yang mampu menjadi bahan rujukan bagi penelitian-penelitian selanjutnya yang sejenis mengenai ruang kelas bagi anak autis.
- b. Secara praktis, analisis kinerja akustik yang dipengaruhi oleh layout, pembagian zona serta material dapat diharapkan bisa menjadi bahan acuan dalam proses desain sekolah inklusi ataupun ruangan untuk anak-anak autis.

1.6. Batasan Penelitian

- a. Penelitian dibatasi pada sekolah inklusi yang terdapat kelas inklusi yang menampung anak autis.
- b. Penelitian dibatasi pada denah kelas terpilih yang terdapat pada sebuah layout sekolah lengkap dengan ruang kelas lainnya, area playground dan kondisi jalan sekitar sekolah. Sumber kebisingan utama pada penelitian ini adalah kebisingan dari luar kelas berupa kegiatan lalu lintas di jalan raya sekitar sekolah.
- c. Kebisingan yang dibatasi dalam pengambilan data akustik adalah kebisingan pada frekuensi tertentu (frekuensi rendah 500Hz – 1000Hz dan tinggi, 2000 – 4KHz). Sumber kebisingan dibedakan menjadi dua yaitu sumber kebisingan primer (jalan raya) dan sekunder (playground, koridor, ruang kelas sekitar objek penelitian)
- d. Penelitian dibatasi pada ruang kelas dengan penghawaan alami.
- e. Bukan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah segala sesuatu yang mempunyai akses untuk keluar masuk ruang atau melihat keluar, dengan fungsi sebagai jendela, pintu, pencahayaan dan penghawaan, karena dari segi akustik, kebisingan/suara bisa masuk ke dalam ruangan melalui dua cara, yaitu melalui udara dan struktur bangunan.
- f. Penelitian dibatasi juga pada material yang digunakan pada fasade ruang kelas (yang berfungsi sebagai insulasi), dan material interior ruang kelas (elemen interior dan furniture).

BAB 2 KAJIAN PUSTAKA

2.1 Akustik Lingkungan

2.1.1 Bunyi dan Rentang Suara Yang Dapat Didengar Manusia

Dalam kehidupan sehari-hari, manusia selalu berhubungan dengan bunyi. Bunyi merupakan gelombang getaran mekanis dalam udara atau benda padat yang masih bisa ditangkap oleh telinga normal manusia, dengan rentang frekuensi antara 20-20.000Hz. Telinga kita mempunyai batas bawah pendengaran 0 dB dan mulai merasa sakit disekitar 120 dB. (Sumoro, 2011 ; 5). Bunyi terjadi karena adanya kegiatan dari sumber bunyi, perantara dan ruang penerima.

Perantara terjadinya bunyi / merambatnya bunyi bisa melalui beberapa medium, seperti benda cair, padat dan udara

Tabel 2.1 Ambang batas pendengaran manusia

Sound Pressure (Pa)	Sound Level (dB)	Contoh Keadaan
200	140	Ambang batas atas pendengaran
-	130	Pesawat Terbang tinggal landas
20	120	Diskotik yang amat gaduh
-	110	Diskotik yang gaduh
2	100	Pabrik yang gaduh
-	90	Kereta api berjalan
0,2	80	Pojok perempatan jalan
-	70	Mesin penyedot debu
0,02	60	Percakapan dengan teriak
0,002	30-50	Percakapan normal
0,0002	20	Desa yang tenang
0,00002	0-10	Ambang batas bawah pendengaran

Sumber : YP. Hadi Sumoro Kristianto, 2011

Penelitian menunjukkan bahwa manusia lebih nyaman mendengarkan bunyi-bunyi dalam frekuensi rendah (Mediastika,2005), pada tabel 2.1 bisa dilihat jenis tingkat tekanan suara yang masih nyaman didengarkan manusia adalah pada 10-50dB dimana setara dengan kondisi desa yang tenang hingga ke percakapan normal manusia. Ketika percakapan manusia dilakukan dengan teriak, hal tersebut masuk dalam kategori bising terhadap efek yang dirasakan pendengar (Mediastika, 2005).

2.1.2 Kebisingan

2.1.2.1 Kebisingan dan Sumber Kebisingan

Kebisingan adalah bunyi atau suara yang tidak dikehendaki atau mengganggu. Kebisingan yang dirasakan oleh manusia tidak hanya terjadi pada frekuensi yang tinggi, namun lebih pada persepsi yang diterima pendengar berdasarkan kondisi, kebiasaan dan kebutuhannya, sesuai dengan pendapat Smith (1995) bahwa kebisingan lebih mengenai tentang bunyi yang mengganggu kenyamanan manusia sebagai penerima. Sebagai contoh, orang yang sudah tinggal bertahun-tahun di dekat lintasan kereta api, akan menganggap suara kebisingan karena kereta yang lewat adalah hal yang biasa, sebaliknya kita yang tidak tinggal di sana, bisa menganggapnya sebagai kebisingan.

Bucheri (2007) dalam Ardianto(2013) menjelaskan bahwa terdapat beberapa jenis kebisingan yang bisa mengganggu kenyamanan manusia pada spektrum dan sifat tertentu, yaitu :

1. Bising Continue pada semua frekuensi, dengan level bunyi kurang dari 5 dB dalam kurun waktu 0.5 detik secara berturut-turut. Contoh dari bising ini adalah bunyi mesin dan kipas angin yang dinyalakan, bunyi dengung lampu menyala. Bagi sebagian anak autis, jenis bising seperti ini akan mengganggu konsentrasi jika didengarkan dalam jangka waktu yang lama.
2. Bising Continue dengan frekuensi sempit, terjadi pada frekuensi sedang

(500Hz) dan frekuensi tinggi (4KHz), contohnya adalah bunyi gergaji.

3. Bising terputus-putus (intermitten). Bising ini tidak terjadi terus-menerus melainkan pada periode relatif tenang. Misal bunyi bising dari bandara. Kebisingan dari bandara terjadi saat terdengar suara mesin pesawat yang akan tinggal landas ataupun saat terdengar suara operator.

4. Bising impulsif yaitu bising yang memiliki perubahan tekanan bunyi melebihi 40 dB dalam waktu yang cepat dan biasanya mengejutkan pendengarnya. Secara umum, contoh kebisingan ini adalah bunyi tembakan atau ledakan, dan bagi kasus anak autis, kegiatan sederhana dari aktifitas membunyikan lonceng, bel ataupun peluit yang memiliki tingkat tekanan suara 90-95dB akan membuatnya kaget, takut dan mengganggu konsentrasinya.

5. Bising impulsif berulang dengan pengertian yang sama dengan bising impulsif namun memiliki intensitas yang berulang-ulang misal bunyi dari mesin tempa.

Kebisingan dapat terjadi dari berbagai sumber, yaitu sumber diam (industri, pabrik dan mesin konstruksi) dan sumber bergerak (kendaraan bermotor, kereta api dan pesawat terbang). Kebisingan di jalan yang masuk ke lahan sekitar di sekitar bangunan dan ke dalam bangunan dipengaruhi oleh faktor sumber kebisingan, medium yang dilalui dan bangunan sebagai penerima. Menurut Mediastika (2005), kebisingan yang diterima oleh suatu bangunan dapat berasal dari :

1. Luar lahan bangunan
2. Dalam lahan tetapi di luar bangunan
3. Dari dalam bangunan itu sendiri (peralatan bangunan, kegiatan)
4. Dalam ruangan

Sementara itu, Doelle (1985) membagi sumber kebisingan menjadi 2 bagian, yaitu:

a. Bising interior : berasal dari aktivitas manusia dan alat-alat yang digunakan oleh manusia. Dalam sebuah bangunan sekolah, bising interior terjadi karena berbagai kegiatan di dalam ruang, seperti kegiatan belajar mengajar di sekolah, suara gaduh anak-anak, suara mengetik di kantor, penggunaan sound system /

pengeras suara, suara orang mengobrol hingga bunyi langkah kaki bisa disebut sebagai sumber kebisingan.

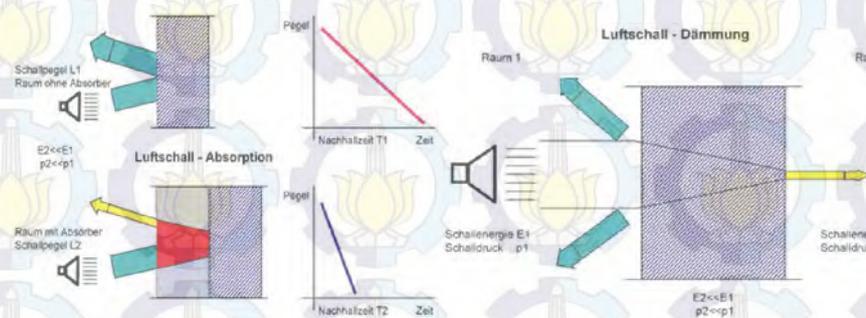
b. Bising outdoor :berasal dari lalu lintas, transportasi, industri, kegiatan outdoor disekitar bangunan. Yang bisa dikatakan sebagai bising outdoor ialah aktivitas olahraga diluar kelas yang berjarak dekat dengan kelas, lalu lintas disekitar, dan bisa jadi akan sangat mengganggu apabila letak ruangan kelas terlalu dekat dengan jalan raya, atau lalu lintas yang padat.

2.1.2.2 Perambatan kebisingan

Perambatan kebisingan dalam bangunan terjadi melalui dua cara, yaitu :

1. Airborne Sound:

Airborne Sound yaitu perambatan gelombang bunyi melalui medium udara. Hal yang paling mungkin untuk mengatasi gangguan ini adalah menerapkan pembatas atau penghalang perambat gelombang bunyi dan memakai objek dari material yang mampu menyerap bunyi yang merambat.



Gambar 2.1 Airborne Sound

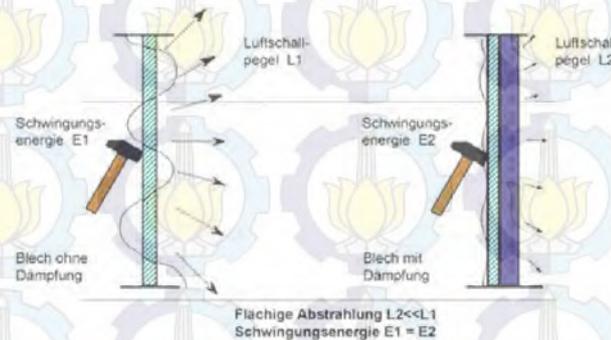
sumber: <http://www.steinbach-tech.de/industrial-components/knowhow/luftschalldaemmung-263/en/index.php>

2. Structureborne Sound:

Structureborne ialah proses perambatan bunyi melalui benda padat. Pada perambatan bunyi ini dapat dimungkinkan terjadinya flanking transmission, yaitu perambatan bunyi dari suatu ruang melalui celah pada dinding samping, menerus sampai ke dinding samping ruangan sebelahnyadan akhirnya masuk ke ruangan

lain. Kebisingan ini dapat diatasi dengan penggunaan material yang tahan getar/tidak mudah bergetar (terbuat dari material berat, tebal, rigid namun elastis).

Perilaku / respon seseorang terhadap Kebisingan dipengaruhi oleh 3 hal, yaitu volume, keadaan yang dapat ditebak (predictability) dan kesempatan untuk mengontrol bunyi yang diterima (Preceived Control). Terdapat batasan waktu yang dianjurkan mengenai tingkat kebisingan / suara yang bisa didengarkan oleh telinga manusia. Bila tingkat kerasnya bunyi yang didengarkan oleh manusia melebihi batas waktu ataupun batas yang dianjurkan, maka akan menyebabkan efek gangguan kebisingan. Efek yang dihasilkan adalah gangguan pendengaran dan efek kesehatan lainnya (dalam kurun waktu tertentu)



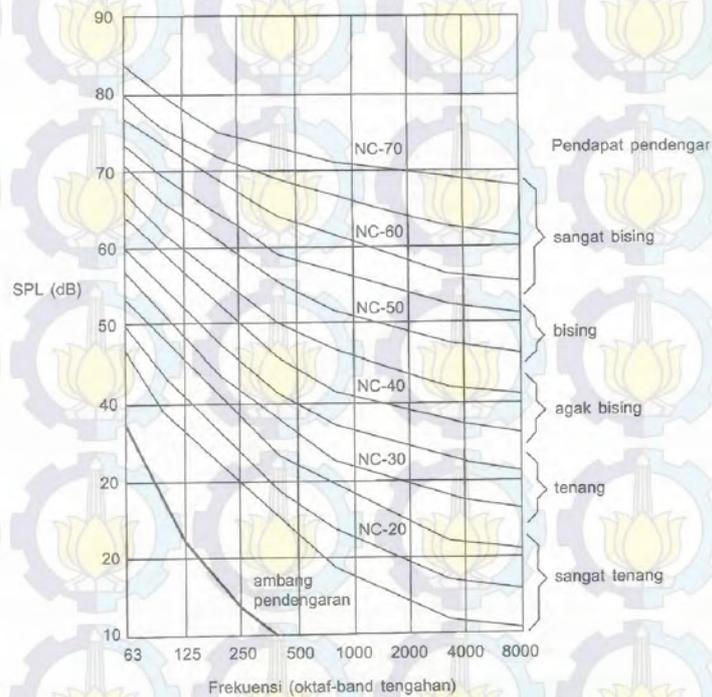
Gambar 2.2 Structureborne Sound

sumber :<http://www.steinbach-tech.de/industrial-components/know/koeperschalldaempfung-270/en/index.php>:

2.1.3 Kriteria Kebisingan

Setiap pengguna ruangan tentunya berharap agar ruangan yang ditempatinya mampu berfungsi dengan baik dari sisi akustiknya. Keberadaan bising adalah halmengganggu, meskipun tingkat reaksi setiap orang berbeda. Kebisingan dengan level yang tinggi (140 -150 dB) akan menyebabkan kerusakan pendengaran secara langsung, karena akan melebihi ambang batas pendengaran manusia (tabel 2.1, sub bab 2.1.1). Kriteria kebisingan yang dirasakan setiap penghuni ruang bisa dilihat dari kurva NC (Noise Criteria) pada gambar 2.3 untuk setiap kebutuhan ruang. Besar kecilnya NC berdasarkan pada fungsi masing-

masing ruang (tabel 2.2). Nilai NC menjadi batasan bagi kebisingan yang masih bisa diterima oleh penghuni ruang.



Gambar 2-3 Kurva Noise Criteriadan Persepsi Pendengar
Sumber : Mediastika, 2005

Pada kurva NC (gambar 2.3) menunjukkan bahwa setiap nilai NC akan setara dengan tingkat tekanan bunyi tertentu dan dari masing-masing tersebut mempunyai efek yang berbeda berdasarkan kenyamanan pendengar. Sedangkan pada tabel 2.2 telah ditentukan besaran NC untuk masing-masing ruang yang telah disesuaikan kebutuhan dan fungsinya. Dari tabel 2.2 dapat dilihat jika secara keseluruhan besaran NC tidak melebihi NC 55, dapat diartikan bahwa kenyamanan pendengar secara umum masih berada pada tingkat persepsi bising pada 50 -65dB, dimana pada tingkat tekanan kebisingan sebesar 65dB, pendengar sudah merasakan adanya kebisingan disekitarnya namun masih bisa membiarkan dan tetap beraktifitas.

Tabel 2-2 Kebutuhan Noise Criteria setiap ruang

Type of Room - Space Type	Recommended NC Level NC Curve	Equivalent Sound Level dBA
Residences		
Apartment Houses	25-35	35-45
Assembly Halls	25-30	35-40
Churches	30-35	40-45
Courtrooms	30-40	40-50
Factories	40-65	50-75
Private Homes, rural and suburban	20-30	30-38
Private Homes, urban	25-30	34-42
Hotels/Motels		
- Individual rooms or suites	25-35	35-45
- Meeting or banquet rooms	25-35	35-45
- Service and Support Areas	40-45	45-50
- Halls, corridors, lobbies	35-40	50-55
Offices		
- Conference rooms	25-30	35-40
- Private	30-35	40-45
- Open-plan areas	35-40	45-50
- Business machines/computers	40-45	50-55
Hospitals and Clinics		
- Private rooms	25-30	35-40
- Operating rooms	25-30	35-40
- Wards	30-35	40-45
- Laboratories	35-40	45-50
- Corridors	30-35	40-45
- Public areas	35-40	45-50
Schools		
- Lecture and classrooms	25-30	35-40
- Open-plan classrooms	35-40	45-50
Movie motion picture theaters	30-35	40-45
Libraries	35-40	40-50
Legitimate theaters	20-25	30-65
Private Residences	25-35	35-45
Restaurants	40-45	50-55
TV Broadcast studios	15-25	25-35
Recording Studios	15-20	25-30
Concert and recital halls	15-20	25-30
Sport Coliseums	45-55	55-65
Sound broadcasting	15-20	25-30

Sumber : http://www.engineeringtoolbox.com/nc-noise-criterion-d_725.html

2.2 Akustik Ruang

2.2.1 Perilaku Bunyi dalam Ruang Tertutup

Sama halnya seperti sifat cahaya yang mengenai suatu bidang, dalam akustik, jika bunyi mengenai suatu bidang memiliki beberapa sifat, antara lain sebagai berikut:

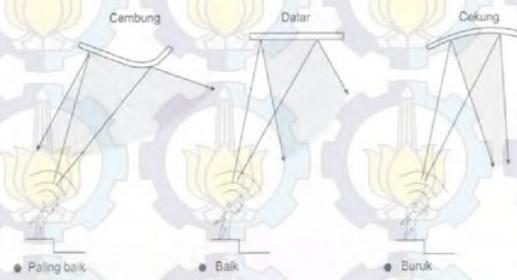
a. Refleksi

Hukum pemantulan bunyi tidak seperti halnya hukum pemantulan cahaya, hukum pemantulan bunyi hanya berlaku jika panjang gelombang bunyi adalah kecil dibandingkan ukuran permukaan pemantul. (Doelle, 1985: 26). Sifat-sifat pemantulan bunyi adalah :

- Memantul dengan posisi sudut datang sama dengan sudut pantul bila mengenai objek yang licin sempurna dan memiliki luasan yang melebihi gelombang bunyi datang.

- Memantul ke arah tidak beraturan bila permukaan objeknya tidak teratur
- Terserap, diteruskan saat mengenai objek yang terbuat dari material tertentu. Bila terdapat celah, lubang/ retakan kecil pada objek penghalang, akan menyebabkan terjadinya duplikasi sumber, sehingga bunyi yang menerobos melalui celah memiliki kekuatan yang cukup besar untuk bisa terdengar jelas daribalik dinding. yang retak. Permukaan pemantul cembung cenderung menyebarkan gelombang bunyi dan permukaan cekung cenderung mengumpulkan gelombang bunyi pantul dalam ruang (Doelle, 1985 ;26)

Untuk memberikan suasana yang hidup, sebuah ruangan membutuhkan terjadinya pemantulan, namun pemantulan yang terjadi hendaknya tidak membuat ruangan dalam keadaan difus. Oleh karena itu, pemantulan yang berupa echo (gaung / gema) harus dihindari. Echo biasanya muncul pada ruangan yang sangat besar dan dibatasi oleh bidang pemantul. Pada ruang yang sempit memanjang dibatasi Binding pemantul akan terjadi pemantulan berulang-ulang yang disebut Flutte Echoes.

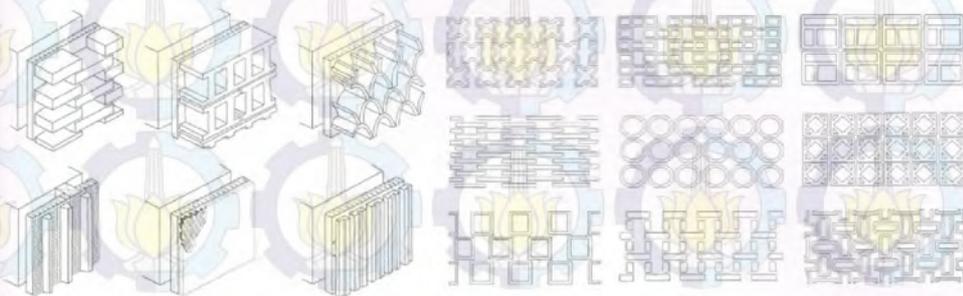


Gambar 2.4 Pemantulan gelombang bunyi oleh bidang bangunan



Gambar 2-5 Lorong yang harus disusun dengan bahan penyerap yang baik,

Sumber : Mediastika ,2005



Gambar 2-6 Panel dengan permukaan yang mampu menyerap dan memantulkan secara difus untuk mengatasi Flutte Echoes .

Sumber : Mediastika ,2005

b. Penyerapan Bunyi

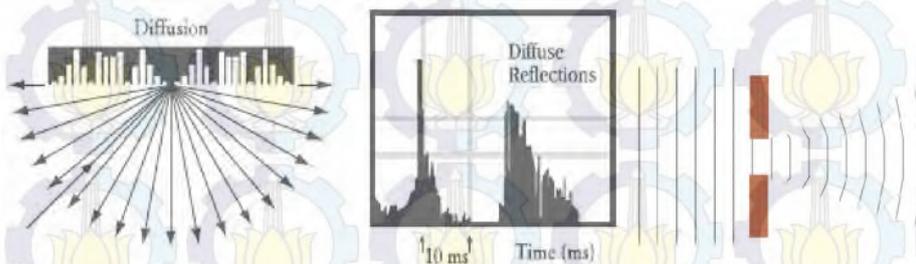
Perubahan energy bunyi menjadi bentuk lain, biasanya panas, ketika melewati bahan atau ketika menumbuk suatu permukaan (Doelle, 1985: 26). Unsur- unsur yang dapat mempengaruhi penyerapan bunyi adalah lapisan permukaan dinding, lanati dan atap, isi dalam ruangan (manusia, furniture) dan udara dalam ruangan. Efisiensi penyerapan bunyi oleh suatu bahan pada suatu frekuensi tertentu dinyatakan oleh koefisien penyerapan bunyi. Koefisien penyerapan bunyi adalah bagian energi bunyi yang datang diserap, atau tidak dipantulkan oleh permukaan

$$\text{Koefisien absorpsi} = \frac{\text{jumlah suara yang diserap}}{\text{total energi}}$$

c. Difusi

Difusi adalah gejala terjadinya pemantulan yang menyebar, karena gelombang bunyi menimpa permukaan yang tidak rata. Difusi bunyi dapat diciptakan dengan berbagai cara :

1. Pemakaian permukaan dan elemen penyebar yang tidak teratur yang tersedia dalam jumlah banyak
2. Penggunaan lapisan permukaan pemantul dan penyerap bunyi secara bergantian
3. Distribusi lapisan penyerap yang berbeda secara tak teratur dan acak



Gambar 2-7 Difusi secara teratur, sumber dan defraksi karena terdapat celah dinding

sumber: http://www.feilding.net/sfuad/musi3012-01/html/lectures/004_sound_III.htm

d. Difraksi

Difraksi adalah gejala akustik yang menyebabkan gelombang bunyi dibelokkan atau dihamburkan sekitar penghalang seperti sudut, kolom, tembok dan balok yang lebih nyata pada frekuensi rendah daripada frekuensi tinggi.

e. Dengung

Dengung adalah bunyi yang berkepanjangan sebagai akibat dari pemantulan bunyi yang berturut-turut dalam ruang tertutup setelah sumber bunyi dihentikan. Dengung memiliki pengaruh yang berbeda terhadap kondisi mendengar dalam ruangan karena merubah persepsi terhadap bunyi transien (bunyi yang mulai dan berhenti dengan tiba-tiba).

f. Resonansi Bunyi

Suatu ruang tertutup dengan permukaan interior pemantul bunyi tanpa diinginkan menonjolkan frekuensi tertentu akan menimbulkan gangguan.

Cara untuk mengatasi efek dari resonansi ruang :

- membagi ruang secara kebutuhan akustik yang diperlukan
- secara tidak teratur menempatkan dinding ruang
- banyak menggunakan permukaan tidak teratur (penyebar)
- distribusi elemen penyerap bunyi secara merata

2.3 Parameter Kualitas Akustik dalam Ruang Kelas

Dalam evaluasi kualitas akustik suatu bangunan sekolah ataupun ruang kelas , terdapat beberapa parameter yang bisa dilihat. Parameter ini bisa digunakan untuk mengetahui kualitas pengendalian kebisingan serta kebutuhan untuk kegiatan pembicaraan. Parameter tersebut adalah :

2.3.1 Background Noise Level (BNL) dan Noise Criteria (NC)

Mediastika (2005) menjelaskan bahwa Background Noise Level (BNL) adalah tingkat bunyi latar pada suatu lingkungan yang berlangsung tetap dan stabil di hampir seluruh waktu. Tingkat bunyi pada BNL dinyatakan dalam decibel (dB) pada setiap frekuensi. Dalam pengukurang kebisingan yang terkait dengan kemampuan insulasi material fasade bangunan, skala frekuensi yang digunakan adalah 1/1 oktaf, yaitu frekuensi 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz dan 4000 Hz. Penggunaan frekuensi 125Hz – 4000Hz dianggap mampu menunjukkan kemampuan insulasi material pada setiap frekuensi, karena berbeda frekuensi, maka akan berbeda pula hasil yang didapatkan.

Noise Criteria (NC) adalah indeks numerik tunggal yang biasa digunakan untuk menjelaskan batasan maksimal kebisingan yang bisa diterima oleh suatu ruangan tertentu. NC juga digunakan untuk mengevaluasi dan menentukan tingkat kebisingan latar belakang (background noise level) secara stabil atau terus menerus yang akan berguna untuk membantu pencapaian isolasi suara yang diinginkan pada suatu tempat/ruang dengan penambahan

atau pengurangan level sebesar 4 — 5 dB yang bisa dilihat dalam kurva Noise Criteria. Kurva tersebut mirip dengan kurva loudness yang sesuai dengan kepekaan kita terhadap nada dengan frekuensi yang lebih tinggi tetapi kurang peka terhadap frekuensi rendah.

ASHRAE Handbook and AHRI Standard 885 menjelaskan bahwa Noise Criteria dipengaruhi oleh beberapa komponen, yaitu Sound Pressure level (Spl), frekuensi, jarak sumber bunyi dan penerima serta volume ruang (Engineering Guidelines — Acoustics).

2.3.2 Noise Reduction (NR)

Dalam perambatannya, bunyi / kebisingan dapat melalui 2 cara, yaitu melalui udara dan struktur bangunan yang tentunya akan mengenai langsung ke permukaan bidang bangunan. Saat perambatan melalui struktur bangunan, besar kecilnya tingkat tekanan bunyi dari luar ruang ke dalam akan mengalami perubahan, yaitu penurunan yang dipengaruhi oleh tingkat tekanan bunyi outdoor, jarak sumber bunyi ke sumber penerima dan jenis elemen material yang dikenai langsung oleh bunyi.

Noise Reduction (NR) merupakan total pengurangan energi suara pada ruang penerima (L_2) yang melibatkan pengaruh faktor bangunan ruangan penerima (Smith, 1995). Besar kecilnya NR ditentukan oleh kemampuan TL pada fasade sebagai elemen pemisah antara luar dan dalam, luas dan jenis material fasade serta kemampuan serap elemen material di ruang penerima.

Pada pengambilan data akustik secara langsung, nilai NR dapat diketahui dengan perhitungan :

$$NR = L_p \text{ Out} - L_p \text{ In}$$

Keterangan :

L_p out : tingkat tekanan bunyi di luar ruang

L_p in : tingkat tekanan bunyi di dalam ruang

2.3.3 Transmission Loss (TL)

Szokolay (2004) menyebutkan jika TL merupakan intensitas bunyi yang tidak diteruskan oleh suatu objek penghalang. TL merupakan besarnya nilai yang berhasil dikurangi oleh objek penghalang yang dipengaruhi oleh luasan penampang material penghalang (fasade) dan total serapan pada ruang penerima. Persamaan dalam perhitungan TL, dapat dituliskan sebagai berikut :

$$TL = NR + 10 \log ST - 10 \log A$$

Keterangan :

NR : selisih L_p Out dan L_p in

ST : total luas penampang penghalang / fasade

A : total luas serapan sumber penerima (M^2 Sabine)

Sumber : Templeton, 1997

Jika pada suatu bidang penghalang terdapat bukaan untuk pencahayaan, sirkulasi(pintu) dan penghawaan, maka nilai TL pada bukaan akan lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai TL yang keseluruhan bidangnya adalah dinding (Doelle, 1972). Hal tersebut dikarenakan perbedaan jenis material antara dinding dan material pada bukaan. Semakin padat sebuah material, maka akan memberikan nilai insulasi / blocking yang baik pada TL.

2.5.4 Waktu Dengung(RT)

Bunyi yang berkepanjangan sebagai akibat dari pemantulan yang berturut-turut dalam ruang tertutup setelah sumber bunyi dihentikan disebut dengung. Pentingnya pengendalian dengung dalam rancangan akustik auditorium telah mengharuskan masuknya standar yang relevan, yaitu waktu dengung. Ini adalah waktu agar TTB dalam ruang, sekurang — kurangnya 60 dB setelah bunyi dihentikan (Doelle, 1985 ; 28 - 29).

Waktu dengung dipengaruhi oleh 2 faktor :

- a. Penyerapan ruang total (A)

Dimana jika penyerapan ruang total meningkat, maka akan lebih banyak suara yang diserap, sehingga suara lebih cepat meluruh dan sedikit membangun suara.

b. Volume ruangan

Jika volume ruangan mengecil, maka jarak tempuh suara akan memendek, sehingga mengakibatkan waktu dengung yang pendek dan sedikit pengerasan suara. Untuk mengetahui nilai waktu dengung dapat dihitung dengan rumus :

RT: waktu dengung, detik

V : volume ruang , m³

$$RT = 0.16 V / A + xV$$

A : penyerapan ruang total , meter persegi

x : koefisien penyerapan udara

Waktu dengung yang baik diperlukan untuk mendukung terciptanya kualitas suara dan sebuah ruang pembicaraan dapat berfungsi dengan baik. Secara garis besar, kegiatan di dalam ruangan yang berkaitan dengan akustik alamiah (tanpa peralatan yang menggunakan listrik) dibedakan menjadi 2 , yaitu :

- Aktivitas berbicara (speech), waktu dengung yang disarankan 0,5 hingga 1 detik, dengan waktu ideal 0,75 detik
- Aktivitas musik, waktu dengung yang disarankan 1 — 2 detik, dengan waktu idealnya 1,5 detik

Waktu dengung ruangan dapat dikendalikan melalui pemilihan bahan akustik yang dipasang pada ruangan. Bahan dengan koefisien absorpsi besar dapat digunakan untuk menurunkan waktu dengung, sedangkan untuk menaikkan atau memperlama dapat digunakan bahan reflektif atau dengan memanfaatkan pengaturan dari perangkat system tata suara (Basuki, 2005 ; 29)

Terdapat istilah mengenai Acoustic Ergonomics of School yang menjelaskan mengenai modifikasi kualitas akustik di ruang kelas yang melibatkan variabel kebisingan, waktu dengung dan tingkat kejelasan suara (Tiesler, 2008). Masih dalam penelitian yang dilakukan Tiesler, dijelaskan pula bahwa suatu ruang dikatakan baik jika nilai waktu dengung mencukupi persyaratan yang dibutuhkan.

2.4 Cacat Akustik Pada Ruangan

Sebuah ruangan yang didesain untuk suatu fungsi tertentu, baik yang mempertimbangkan aspek akustik maupun yang tidak, seringkali dihadapkan pada problem-problem berikut:

1. Focusing of Sound (Pemusatan Suara)

Masalah ini biasanya terjadi apabila ada permukaan cekung (concave) yang bersifat reflektif, baik di daerah panggung, dinding belakang ruangan, maupun di langit-langit (kubah atau jejaring kubah). Dalam desain bangunan yang menggunakan elemen kubah / cekung, sebaiknya melakukan treatment akustik dengan cara pembuatan permukaan bersifat menyerap (acoustic spray) atau bersifat difusse.

2. Echoe (pantulan berulang dan kuat)

Echoe disebabkan oleh permukaan datar yang sangat reflektif atau permukaan hyperbolic reflektif (terutama pada dinding yang terletak jauh dari sumber). Pantulan yang diakibatkan oleh permukaan-permukaan tersebut bersifat spekulat dan memiliki energi yang masih besar, sehingga (bersama dengan delay time yang lama) akan mengganggu suara langsung. Problem akan menjadi lebih parah, apabila ada permukaan reflektif sejajar di hadapannya. Permukaan reflektif sejajar bisa menyebabkan pantulan yang berulang-ulang (flutter echoe) dan juga gelombang berdiri. Flutter echoe ini bisa terjadi pada arah horisontal (akibat dinding sejajar) maupun arah vertikal (lantai dan langit-langit sejajar dan keduanya reflektif).

3. Resonance (Resonansi)

Seperti halnya echoe problem ini juga diakibatkan oleh dinding paralel, terutama pada ruangan yang berbentuk persegi panjang atau kotak. Contoh yang paling mudah bisa ditemukan di ruang kamar mandi yang dindingnya (sebagian besar atau seluruhnya) dilapisi keramik.

4. External Noise (Bising)

Problem ini dihadapi oleh hampir seluruh ruangan yang ada di dunia ini, karena pada umumnya ruangan dibangun di sekitar sistem-sistem yang lain. Misalnya, sebuah ruang konser berada pada bangunan yang berada di tepi jalan raya dan jalan kereta api atau ruang konser yang bersebelahan dengan ruang latihan atau ruangan kelas yang bersebelahan. Bising dapat menjalar menembus sistem dinding, langit-langit dan lantai, disamping menjalar langsung melewati hubungan udara dari luar ruangan ke dalam ruangan (lewat jendela, pintu, saluran AC, ventilasi, dsb). Konsep pengendaliannya berkaitan dengan desain insulasi (sistem kedap suara). Pada ruangan-ruangan dengan fungsi tertentu akustiknya, biasanya secara struktur ruangan dipisahkan dari ruangan di sekelilingnya, atau biasa disebut box within a box concept.

5. Doubled RT (Waktu dengung ganda)

Problem ini biasanya terjadi pada ruangan yang memiliki koridor terbuka/ruang samping atau pada ruangan playback yang memiliki waktu dengung yang cukup panjang.

2.5 Element Bangunan Sebagai Pendukung Performa Akustik Ruang Kelas Bagi Anak Autis

Dalam kinerjanya, kualitas akustik sebuah bangunan/ruang akan dipengaruhi oleh Elemen interior, site plan, layout dan denah. Kinerja performa akustik ruangan tidak lepas dari adanya element fasade maupun interior yang juga turut mempengaruhi baik buruknya kualitas akustik yang dihasilkan. Element yang mendukung tersebut adalah :

2.5.1. Dinding

Dinding adalah element tegak yang dimaksimalkan untuk peredam bunyi. Fungsi dinding sebagai peredam akan terjadi bila dinding mampu memantulkan / menyerap gelombang bunyi yang mengenainya, tanpa memberikan kesempatan pada bunyi untuk merambat ke dalam ruangan. Dinding merupakan element yang paling dekat dengan sumber bunyi sebagai

penyekat lingkungan luar bangunan dan dalam bangunan, sehingga dalam pemilihan material dan metode konstruksinya perlu difokuskan pada pemantulan dan penyerapan bunyi (Pawestri , 2011:11). Keberadaan dinding sebagai peredam/ pemantul bunyi dalam bangunan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor (Mediastika, 2008) , yaitu :

1. Perletakan

Sebagaimana pagar, dinding muka bangunan yang jauh dari pagar akanmember redaman bising yang baik. Namun bila letaknya berdekatan dengan pagar, untuk mengatasi kebisingan, maka tinggi pagar harus melebihi dinding tersebut.Dinding juga dapat mencegah resonansi dengan baik, asalkan dinding ditanam dengan fondasi dan kedalaman tetentu serta dengan material yang sesuai, sehingga bisa dengan baik menerima getaran.

2. Berat dan kerapatan material

Dinding akan menjadi peredam yang baik bila mempunyai berat yang mencukupi. Semakin tebal, berat, rapat, pampat tanpa celah dan cacat,serta memiliki rongga udara maka kualitas redamannya akan semakin baik. Dinding dengan permukaan keras dan halus cenderung memantulkan kembali gelombang bunyi yang dating, sehingga akan tercapai hash redaman yang baik.

3. Material bangunan

Penggunaan material yang tebal,berat dan massiv (non transparent, tanpa cacat, celah/retak) akan memberikan kemampuan redaman yang maksimal.

4. Keadaan Permukaan Dinding

Dinding dengan finishing permukaan yang keras dan licin akan memantulkan gelombang bunyi dengan baik, hal tersebut karena permukaan yang keras / licin mempunyai daya serap yang rendah.

5. Redaman Kombinasi Pada Dinding.

Dalam kehidupan sehari-hari, kombinasi material berat-masif dengan material tipis transparent tidak dapat dihindari pada dinding, sehingga perlu adanya simulasi yang akan menghasilkan kemampuan insulasi dinding yang sesuai dengan kebutuhan.

2.5.2 Lantai

Meskipun lantai bukan elemen yang secara langsung menerima perambatan gelombang bunyi dari luar bangunan, namun pada bangunan berlantai banyak, lantai dapat menjadi elemen yang menerima perambatan gelombang bunyi secara langsung. Bunyi yang umumnya muncul pada lantai sering disebut sebagai impact sound, yaitu bunyi yang langsung terjadi di permukaan lantai. Untuk mengatasi impact sound, sering dibuat lapisan lantai baru pada lantai sudah ada sebelumnya. Hal ini biasa digunakan pada ruangan yang beralih fungsi dari fungsi sebelumnya, semisal studio musik drum, ruang olahraga basket, senam lantai. Dengan adanya system lantai ganda ini akan memberi dampak redaman yang baik.

Insulasi lantai dapat diperbaiki dengan cara-cara berikut (Doelle, 1972 :185) :

1. Permukaan elastik yang lembut, seperti karpet, karet, lapisan vinil, banyak memperbaiki insulasi bising benturan dari lantai tetapi hanya menyediakan sedikit insulasi terhadap bising di udara.
2. Lantai yang menyambung banyak memperbaiki insulasi bunyi terhadap bising di udara dan bising benturan.
3. Langit — langit gantung : dilekatkan pada lantai structural dengan material yang beratnya tidak melebihi 25 kg/m^2 .

2.5.3 Ceiling / Atap / Langit-Langit Ruangan

Keberadaan ceiling / plafond dalam kinerja akustik sangat berpengaruh terhadap kualitas akustik yang nantinya dihasilkan. Plafond dapat berfungsi sebagai peredam dan pemantul gelombang bunyi. Peredaman rambatan gelombang bunyi di dalam ruang akan lebih efektif bila plafond tidak secara langsung menempel pada struktur bangunan, yaitu berupa plafond gantung. Biasa digunakan di ruangan pada bangunan berlantai banyak dengan tingkat kebisingan tinggi akibat adanya kegiatan di dalamnya (untuk senam, basket, studio musik) dan juga untuk bangunan di dekat bandara. Hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan plafond untuk kualitas akustik ruangan adalah

bentuk plafon, luasan dan material serap yang digunakan.

2.5.4 Rancangan Konstruksi Partisi

Doelle (1972 : 182) menjelaskan bahwa dalam pemilihan konstruksi dinding atau lantai terdapat tiga faktor yang harus diperhatikan :

1. Tingkat bising yang ada atau diduga ada di daerah sumber atau ruang sumber.
2. Tingkat bising atau latar belakang yang dapat diterima di sebuah ruangan
3. Kemampuan dinding yang dipilih untuk mengurangi kebisingan menjadi level yang dapat diterima.

Penggunaan material berlapis yang diaplikasikan pada dinding atau partisi dapat dibedakan menjadi dua :

a. Partisi tunggal

Karena hanya memiliki satu lapisan, maka kemampuan redamnya bergantung kepada frekuensi bunyi yang mengenai partisi dan massa partisi (kg/m^2). Ketika ketebalan partisi atau dinding meningkat sampai dua kali lipat, maka kemampuan redamnya naik 5dB (Mediatika, 2009 :87). Pada partisi tunggal , untuk meredam bunyi frekuensi rendah (di bawah 125Hz) dibutuhkan partisi yang tebal dan elastisitas yang tinggi. Sedangkan untuk frekuensi tinggi (diatas 4000 Hz) dibutuhkan yang tipis dengan elastisitas rendah.

b. Partisi ganda

Semakin tebal rongga maka semakin besar kemampuan redamnya. Redaman karena resonansi yang minimal akan kian meningkat bila masing-masing lapisan pembatas dipasang terpisah dari struktur, sementara konstruksi bangunan tidak terhubung satu sama lain. Penggunaan alat perekat seperti paku dapat merusak redam bidang partisi dinding, karena paku bersifat meneruskan resonansi dari lapisan pertama ke lapisan kedua.

2.5.5 Bukaannya

Dalam segi akustik, yang dianggap sebagai bukaan adalah pintu, jendela, ventilasi/penghawaan dan bouvenlight, karena keberadaannya akan merusak kemampuan redam dinding dan menyebabkan lebih banyak

transmisi kebisingan yang masuk ke dalam ruang melalui struktur bangunan dan udara. Sekecil apapun celah untuk udara/penghawaan maka akan dapat dilalui oleh bunyi. Selain itu, struktur material bukaan lebih tipis daripada dinding yang cenderung tebal, sehingga bunyi juga merambat masuk dan memperbesar getaran pada material (kaca) yang terdapat pada bukaan.

Maka dengan adanya bukaan, perlu adanya treatment pada pemilihan material yang jika dikombinasikan akan menghasilkan nilai redam dan serap yang baik. Nilai Transmission Loss (TL) pada bukaan tergantung pada jumlah, tebal dan posisi relatif dari kaca jendela pada sambungan tepi di tembok. Agar nilai insulasi dari bukaantinggi maka dalam perencanaan hendaknya menggunakan konstruksi kaca yang tebal / ganda ataupun angka tiga.

Keberadaan bukaan dalam perencanaan ruang kelas sangat berhubungan dengan kualitas akustik di dalamnya dan perilaku anak autis. Untuk ruang kelas dengan kondisi bukaan menghadap ke jalan, sebaiknya letaknya lebih ditinggikan dari pandangan anak autis, hal ini karena apa yang ada di luar kelas bisa memicu anak autis terganggu konsentrasi belajarnya.

2.5.6 Site Plan dan Layout dalam Pereduksi Kebisingan

Site Plan adalah penggambaran lokasi, orientasi dan hubungan suatu bangunan dengan lingkungan di sekitarnya. Site plan berguna untuk menunjukkan hubungan antara indoor dan outdoor, menunjukkan tapak bangunan, area parkir, drainase hingga pada jalur air dan sanitasi. Site plan mempunyai arti yang hampir sama dengan layout, yang merupakan denah yang sudah dilengkapi dengan lingkungan, jalan, dan bangunan di sekitarnya. Dalam perencanaan bangunan sekolah / pendidikan, perlu adanya pertimbangan pemilihan site, agar tidak terjadi kebisingan yang terlalu besar di dalam bangunan.

Menurut Mediastika (2009) terdapat beberapa site yang sebaiknya dihindari dalam perencanaan bangunan baik bangunan umum maupun untuk pendidikan, yaitu :

1. Site yang terletak ditepi jalan menanjak / menurun.

Site pada kondisi jalan menanjak atau menurun akan menerima kebisingan lebih besar daripada di jalan datar, hal ini karena besarnya suara mesin yang dihasilkan oleh kendaraan dan suara gesekan antara roda dan jalan ketika melewati turunan.

2. Site di tepi jalan rusak

Kendaraan akan tetap melaju tapi lebih lambat, sehingga bunyi mesinnya akan lebih lama terdengar. Selain akan lamanya bunyi mesin yang didengar, perubahan tingkat tekanan bunyi yang dihasilkan oleh mesin juga akan semakin keras.

3. Site ditepi jalan untuk penempatan tanda pengaturan lalu lintas.

Selain dekat dengan tanda pengaturan lalu lintas, site yang harus dihindari terutama oleh bangunan sekolah adalah tipologi jalan persimpangan. Seperti yang diungkapkan oleh Quartieri (2010) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa bangunan yang berada di persimpangan jalan dan dekat dengan traffic light akan mengalami tingkat kebisingan lebih tinggi jika dibandingkan dengan bangunan yang berada jauh dari traffic light dan persimpangan. Kenaikan kebisingan mencapai 1 – 2,4 dB. Kebisingan terjadi karena tindakan kendaraan/pengguna alat transportasi, seperti memutar kendaraan, melambatkan atau mempercepat laju kendaraan dan bunyi klakson. Hal serupa juga dijelaskan oleh Coensel (2004) dalam penelitiannya bahwa keramaian lalu lintas (traffic flow) akan memberi dampak kebisingan yang berbeda-beda pada waktu tertentu. El-Rahman (2009) di dalam penelitiannya juga menjelaskan mengenai tinggi kebisingan yang diakibatkan letak sekolah di tepi jalan raya, bahkan kebisingan di dalam kelas bisa melebihi 77dB.

4. Site ditepi jalan yang digunakan untuk kegiatan lainnya.

Bangunan sekolah merupakan bangunan dengan tingkat akustik yang harus diperhatikan, karena inilah sangat penting jika menempatkan bangunan sekolah jauh dari bangunan/lahan sekitar yang memiliki fungsi dengan sumber kebisingan yang sangat tinggi. Seperti perlunya menjauhkan bangunan sekolah dari area perkantoran, hiburan, lahan parker umum, halte bus ataupun kegiatan jual-beli/pusat perbelanjaan.

Setelah memilih pengaturan site plan, pengendalian kebisingan juga bisa dilakukan melalui pengaturan layout bangunan. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Pawestri (2011) menjelaskan bahwa layout bangunan mampu berperan dalam pengendalian akustik yang dilihat dari kemampuan pereduksi kebisingan. Agar mampu memenuhi kemampuan pereduksi kebisingan yang baik, layout dalam bangunan sekolah harus memiliki persyaratan (Ardianto, 2013) :

1. Perletakan Elemen dinding.

Bagian sisi dinding yang lemah dalam pereduksi bising seperti bukaan (pintu, jendela, ventilasi) tidak dihadapkan langsung dan dijauhkan dari sumber kebisingan (baik jalan raya maupun sumber dari dalam lingkungan bangunan)

2. Dimensi elemen bukaan

Jika suatu bangunan sekolah, kondisinya sudah berada di tepi jalan raya sebagai sumber kebisingan, maka perlu adanya perhatian terhadap dimensi elemen bukaan, agar transmisi kebisingan tidak semakin besar. Karena jika semakin besar dimensi, maka akan semakin besar pula kebisingan yang masuk ke dalam ruang.

2.5.7 Denah dan Furniture ruang kelas

Denah memiliki pengertian sebagai tampak atas bangunan yang terpotong secara horizontal setinggi 1 m dari ketinggian 0.00 sebuah bangunan dengan bagian atas bangunan dibuang/dihilangkan yang nantinya akan mencerminkan skema organisasi kegiatan dalam bangunan dan merupakan unsur penentu bentuk bangunan. Tujuan dari penggambaran denah adalah untuk menjelaskan ruang yang direncanakan secara dua dimensi yang meliputi hubungan antar ruang, fungsi ruang, dimensi ruang, ketinggian lantai/ruang, hubungan antara ruang dalam (interior) dan ruang luar (ekstrior), letak pintu dan jendela, susunan furniture, perencanaan mechanical electrical dan audio visual (lampu, ac) dan karakter obyek bangunan (Krisnanto: I).

Denah dalam desain akustik, khususnya bagi anak autis akan menghasilkan kualitas akustik yang baik yang akan berpengaruh langsung terhadap perilaku anak autis. Saat hasil kualitas akustik dibawa pada desain arsitektur,

perilaku anak akan dipengaruhi oleh apa yang mereka lihat, pikirkan tentang sebuah ruang dan apa yang disentuhnya. Dalam hal ini, arsitektur berperan menghasilkan wujud fisik yang diperlukan untuk memenuhi atau bahkan menjadi penghalang bagi terwujudnya perilaku manusia (Laurens, 2005:1).

2.5.8 Material Akustik

Dalam perencanaan sebuah bangunan khususnya dari sisi akustik, perlu diperhatikan mengenai pemilihan material yang digunakan, sehingga nantinya akan menghasilkan kualitas akustik yang baik. Material pengendali akustik suatu ruangan terbagi dalam beberapa jenis, yaitu :

2.5.8.1 Material penyerap

a. Material bersifat porus

Kemampuan material serap lunak (bersifat porus) sangat bergantung pada frekuensi bunyi yang mengenainya, dan material sangat baik menyerap bunyi dengan frekuensi tinggi (gelombang pendek/kecil). Contoh dari material ini adalah gordyn, spon dengan permukaan pyramid atau ayaman.

b. Material bersifat perforasi / berpori dengan lubang besar

Material berpori mampu menyerap dengan baik bunyi pada frekuensi 200Hz – 2000Hz. Contoh dari material ini adalah softboard (berbahan dasar bubuk kayu) dan papan kayu olahan dengan permukaan bidang berlubang atau kotak.

c. Material berserat

Penyerap jenis ini mampu menyerap bunyi dalam jangkauan frekuensi yang lebar dan lebih disukai karena tidak mudah terbakar. Namun kelemahan terletak pada model permukaan yang berserat sehingga harus digunakan dengan hati-hati agar lapisan serat tidak rusak/cacat dan kemungkinan terlepasnya serat-serat halus ke udara karena usai pemakaian. Contoh : karpet, selimut akustik.

d. Material berserat dilapisi membran tidak tembus

Membran yang dilapiskan aka meningkatkan kemampuan lapisan serat dalam menyerap bunyi frekuensi rendah, namun manjadi kurang baik menyerap bunyi frekuensi tinggi bila dibandingkan bahan sejenis yang tidak dilapisi

membran. Biasanya digunakan pada penyerap bunyi di saluran air / AC dan dapat digunakan pada ruangan perawatan atau laboratorium.

2.7.8.2 Material Penghalang

Material penghalang yang efektif mempunyai sifat dasar umum yaitu massanya padat. Kebanyakan material penghalang yang efektif juga mempunyai derajat redaman internal yang tinggi, yang secara kualitatif dinyatakan dengan nilai kelemasan. Contoh dari material ini adalah : kayu, beton, batu/batu bata

2.5.8.3 Material Peredam

Material peredam biasanya adalah lapisan plastik polimer, logam, epoxy, atau lem yang relatif tipis yang dapat digunakan untuk melapisi suatu benda .

2.5.9 Pemilihan Material sesuai kebutuhan anak autis

Material yang menjadi persyaratan kualitas akustik bisa dipenuhi dengan kriteria pada sub bab 2.7.8 dengan mempertimbangkan kebutuhan setiap parameter yang ingin dicapai. Sedangkan penggunaan material untuk anak autis dilihat dari jenis material yang permukaannya tidak kasar, tidak tajam, tidak berbau dan tidak berwarna yang mencolok.

2.6 Autisme

2.6.1 Pengertian Autis dan Jenis Anak Autis

Autis adalah suatu kondisi mengenai seseorang sejak lahir ataupun saat masa balita, yang membuat dirinya tidak dapat membentuk hubungan sosial atau komunikasi yang normal. Akibatnya anak tersebut terisolasi dari manusia lain dan masuk dalam dunia repetitive, aktivitas dan minat yang obsesif. Karakteristik anak dengan autisme adalah adanya 6 (enam) gangguan dalam bidang:

1. interaksi sosial
2. komunikasi (bahasa dan bicara)

3. perilaku-emosi

4. pola bermain

5. gangguan sensorik dan motorik

Menurut Rochmadi (2010), anak-anak yang menderita autisme dibedakan dalam beberapa tingkatan, yaitu :

1. Autisme Masa kanak — kanak (Childhood Autism)

Autisme Masa Kanak adalah gangguan perkembangan pada anak yang gejalanya sudah tampak sebelum anak tersebut mencapai umur 3 tahun. Perkembangan yang terganggu adalah dalam bidang :

1. Komunikasi : kualitas komunikasinya yang tidak normal

2. Interaksi sosial : adanya gangguan dalam kualitas interaksi social

3. Perilaku : aktivitas, perilaku dan interesnya sangat terbatas, diulang-ulang dan stereotipik

Anak-anak ini sering juga menunjukkan emosi yang tak wajar, temperamental (mengamuk tidak terkendali), tertawa dan menangis tanpa sebab, ada juga rasa takut yang tak wajar. Selain gangguan emosi sering pula anak-anak ini menunjukkan gangguan sensoris, seperti adanya kebutuhan untuk mencium-cium/menggigit-gigit benda, tak suka kalau dipeluk atau dielus. Autisme Masa Kanak lebih sering terjadi pada anak laki-laki daripada anak perempuan dengan perbandingan 3 :1.

2. Gangguan Perkembangan Pervasif YTT (PDD-NOS)

Gangguan ini digolongkan sebagai gangguan yang lebih ringan, sehingga terkadang anak-anak masih bisa bertatap mata dan sesekali diajak bergurau.

3. Sindroma Rett

Sindroma Rett adalah gangguan perkembangan yang hanya dialami oleh anak wanita. Gangguan ini dimulai ketika pertumbuhan mencapai umur 6 bulan dengan gerakan anggota tubuh (tangan dan kaki) menjadi tidak terkendali dan disertai dengan gangguan komunikasi.

4. Disintegrasi Masa Kanak

Gejala gangguan ini muncul setelah usia 3 tahun dimana anak tersebut

sebelumnya sudah lancar berbicara, namun mendadak mengalami kemunduran dan bersikap acuh tak acuh terhadap sekitarnya.

5. Sindrom Asperger

Seperti pada Autisme Masa Kanak, Sindrom Asperger (SA) juga lebih banyak terdapat pada anak laki-laki daripada wanita. Anak SA juga mempunyai gangguan dalam bidang komunikasi, interaksi sosial maupun perilaku, namun tidak separah seperti pada Autisme. Pada kebanyakan dari anak-anak ini perkembangan bicara tidak terganggu. Walaupun berbicara sudah cukup lancar, namun komunikasinya masih berjalan satu arah saja. Anak dalam gangguan ini biasanya sangat terobsesi pada sesuatu dan tabu secara detail benda/objek yang menjadi obsesinya. Meskipun cerdas, namun sifat anak tersebut juga kaku akan sebuah peraturan, tidak bisa menerima kesalahan kecil tentang sebuah peraturan.

Dalam hubungan sosial, anak-anak dalam gangguan ini mengalami kesulitan berinteraksi dengan teman sebayanya, dan cenderung lebih menyukai buku atau komputer dibanding bermain dengan temannya. Mereka cenderung bertindak tidak sesuai norma yang ada, sering memotong pembicaraan dan berkomentar langsung tentang seseorang yang dia temui.

2.6.2 Kebiasaan Anak Autis Sehari-hari

Dari beberapa penjelasan di atas dan hasil pengamatan awal, dapat disimpulkan bahwa anak autis memiliki sifat/kebiasaan umum seperti :

- Takut berada diruangan terbuka, sempit
- Rata-rata anak autis sangat suka mencoret-coret dan menggambar
- Memukul, membenturkan diri ke dinding
- Mudah terpaku pada benda yang berputar, berwarna mencolok
- Sangat sensitif terhadap sentuhan, mereka seperti tidak suka dipeluk
- Sensitif terhadap bunyi-bunyian, hila mendengar suara keras langsung menutup telinga
- Sensitif terhadap bau, senang mencium-cium bau pada objek-objek tertentu yang dianggapnya menarik perhatian.

- Menjilat mainan atau benda-benda, dan mereka tidak sensitif terhadap rasa sakit dan rasa takut.
- Kaku dalam menjalankan peraturan, tidak bisa bertoleransi terhadap kesalahan/perbedaan bila peraturan tersebut sedikit berbeda dengan prakteknya.

2.7 Autis dan Kebisingan

Anak-anak autis adalah anak-anak yang sering larut dalam dunianya sendiri dan bermasalah dalam pengelolaan emosi. Ketidakmampuan anak autis untuk mengontrol perilaku dirinya menyebabkan dia merasa tertekan, takut, menangis, marah hingga mengamuk jika merasa terganggu oleh suatu hal atau tidak terpenuhinya apa yang mereka inginkan. Selain itu, anak autis juga mempunyai tingkat sensitivitas yang tinggi mengenai sensorik, visual, dan bunyi-bunyian.

Anak autis tidak mampu merespon dengan baik bunyi-bunyian yang mereka dengar seperti anak lain pada umumnya. Efek yang mereka alami adalah rasa takut, tertekan, marah, menangis hingga mengamuk tidak terkendali. Selain itu, anak-anak autis juga akan terpaku pada objek tersebut yang dianggapnya menarik dan akan melupakan aktifitas mereka sebelumnya. Suara-suara yang dapat mengganggu konsentrasi anak autis terbagi dalam 2 jenis, yaitu suara yang berasal dari luar bangunan dan dari dalam bangunan. Seperti halnya suara deru pesawat, mobil, dan keramaian lalu lintas, suara dengungan AC/fan, tv, bilasan air toilet hingga suara anak lain.

2.7.1 Pengaruh Akustik Terhadap Anak Autis

Dalam sebuah penelitian dijelaskan bahwa akustik adalah element yang mempengaruhi perencanaan arsitektur yang berdampak terhadap perilaku anak autis. Selain akustik, element lain yang berpengaruh adalah zoning, audio visual, lighting (Mostafa, 2008:197). Sehingga ruangan kelas sebaiknya dijauhkan dari toilet dan perletakan meja belajar haruslah jauh dari pintu ataupun jendela (Agarwal, 2009), karena keberadaan bukaan akan mengurangi kualitas

akustik yang dibutuhkan (Pawestri, 2009:2). Hal lain yang perlu diperhatikan dalam perencanaan akustik ruang adalah pemilihan material insulasi yang di letakkan di lantai ataupun dinding, selain itu juga pemilihan material furniture, karena material sangat rentan terhadap sensorik dari anak autis jika bersentuhan langsung.

Secara akustik, perencanaan ruang kelas inklusi bagi anak autis hams meminimalkan kebisingan yang masuk ke dalam kelas maupun meminimalkan kebisingan dalam kelas. Bisa dilakukan dengan pengaturan layout bangunan dan layout ruang kelas serta perencanaan insulasi akustik di dalam ruang kelas. Selain itu juga hams memperhatikan perletakan peralatan audio visual dan mekanikal elektrik, letak toilet dan wafel yang jauh dari area belajar yang akan menimbulkan suara-suara tertentu yang mengganggu bagi anak autis.

2.7.2 Kebutuhan Akustik di ruang kelas Bagi Anak Autis

Pada sub bab 2.8 dijelaskan mengenai kebisingan yang secara umum mengganggu kenyamanan bagi anak autis. Kenyamanan dari sisi akustik yang dibutuhkan oleh anak autis juga dilihat melalui kebisingan yang masih bisa diterima oleh anak autis serta kebutuhan dalam kualitas pembicaraan, dimana pada beberapa kasus terdapat anak autis yang memiliki gangguan pendengaran dan bicara. Sudah diketahui bahwa batasan kebisingan pada kelas secara umum tidak melebihi 35dB, sedangkan kebutuhan waktu dengung yang disyaratkan tidak melebihi 0.8 detik. Sehingga memerlukan kualitas akustik yang dengan batasan kebisingan dibawah NC 30 dan waktu dengung dibawah 0.8. Kebutuhan ini didasarkan karena Anak-anak memerlukan tingkat konsentrasi pendengaran yang lebih tinggi dibandingkan dengan orang dewasa (Pawestri, 2010). Batasan kebutuhan untuk kualitas akustik anak autis terlihat pada bab 3, sub bab 3.8.2.

2.8 Sekolah Inklusi

2.8.1 Definisi sekolah inklusi

Perhatian terhadap fasilitas pendidikan bagi anak berkebutuhan khusus semakin meningkat ditandai dengan banyaknya sekolah inklusi.

Sekolah inklusi sendiri memiliki pengertian, seperti :

a. Stainback dan Stainback (1990) menjelaskan bahwa sekolah inklusi adalah sekolah yang menampung semua siswa di kelas yang sama.

Menyediakan program pendidikan bagi siswa dan segala kebutuhan siswa dan pengajarnya agar kegiatan belajar mengajar bisa berhasil. Selain itu, sekolah inklusi juga menjadi sarana anak berkebutuhan khusus untuk berinteraksi dengan lingkungan sekitar, agar saling menerima dan membantu .

b. Sekolah inklusi adalah sekolah regular (biasa) yang menerima ABK dan menyediakan sistem layanan pendidikan yang disesuaikan dengan kebutuhan anak tanpa kebutuhan khusus (ATBK) dan ABK melalui adaptasi kurikulum, pembelajaran, penilaian, dan sarana prasarananya.

Prinsip pendidikan inklusi dapat dijelaskan seperti di bawah ini :

1. Menyamakan status anak tanpa membedakan.

Dalam menjalankan kegiatan belajar mengajar, pihak sekolah maupun tenaga pengajar sudah harus siap dengan segala kondisi

2. Pemenuhan kebutuhan bagi anak berkebutuhan khusus dan tenagapengajarnya, yang meliputi program dan kurikulum pendidikan serta fasilitas belajar mengajar (ruang kelas yang memadai, alat peraga tambahan) (Sunaryo, 2009).

Keberadaan sekolah inklusi tidak berdiri dengan sendiri, melainkan tumbuh dengan adanya dukungan dan ketentuan seperti :

a. UU No 20 tahun 2003 pasal 5 ayat 2 "Warga Negara yang mempunyai kelainan fisik, emosional, mental, intelektual dan/atau sosial berhak memperoleh pendidikan khusus".

b. Dirjen Dikdasmen menerbitkan SE no. 380/C.C6/MN/2003 tanggal 20 Januari 2003 tentang pendidikan inklusif yang menyatakan bahwa penyelenggaraan dan pengembangan pendidikan inklusif di setiap kabupaten/kota sekurang-kurangnya empat sekolah yang terdiri dari SD, SMP, SMA, dan SMK.

c. Peraturan Mendiknas No. 70 tahun 2009 tentang Pendidikan Inklusif Bagi Peserta Didik yang memiliki kelainan dan memiliki potensi kecerdasan dan/atau bakat istimewa.

2.8.2 Persyaratan Umum Berdirinya Sekolah Inklusi

Untuk membuka program inklusi bagi anak autis ada beberapa syarat yang harus dipenuhi sekolah. Diantaranya adalah:

a. Ada siswa berkebutuhan khusus (ABK) yang jumlahnya tidak ditentukan karena tergantung pada SDM di masing-masing sekolah.

b. Harus ada guru pendamping khusus (GPK) yang akan mendampingi anak belajar.

c. Perlu adanya modifikasi kurikulum pembelajaran yang disesuaikan dengan kebutuhan anak.

d. Jika sekolah telah membuka program inklusi, maka sekolah tersebut harus mensosialisasikan kepada masyarakat agar mereka paham tentang keberadaan sekolah inklusi dan juga ABK.

e. Sarana dan prasarana yang mendukung untuk kelancaran program inklusi tersebut (Ranie, 2010)

f. Tersedia beberapa ruangan khusus (resource room) untuk penanganan individual.

g. Jumlah siswa/siswi autis dalam satu kelas maksimal dua (2) orang (Rahma, 2012)

2.8.3 Akustik Ruang Kelas

Secara umum, perancangan akustik sudah memadai dengan banyaknya sekolah yang mempunyai ruang kelas pada bagian belakang,

yang sebelumnya dihalangi oleh lapangan olahraga, lapangan upacara maupun taman, sehingga kebisingan dari luar bisa dikurangi. Kebisingan yang timbul biasanya akibat dari kegiatan di dalam lingkungan sekolah itu sendiri. Ada beberapa cara yang ditempuh untuk menguranginya :

- Membuat perbedaan yang cukup signifikan antara ruang-ruang kelas dan area terbuka (lapangan, taman).
- Untuk hasil reduksi kebisingan yang lebih baik, posisi ruangan sebaiknya lebih rendah dari ruang terbuka (Mediastika, 2005).

Perencanaan akustik pada sekolah menitik beratkan pada permasalahan :

1. Performa akustik
2. Noise control
3. Pemilihan site ,planing dan layout
4. Insulasi dari kebisingan luar
5. Ruang kelas dengan kebutuhan pendengaran khusus (Acoustic Design Of Schools, a design guide, Building Bulletin 93)

Sementara itu perencanaan akustik ruang kelas secara umum dapat dijelaskan sebagai berikut :

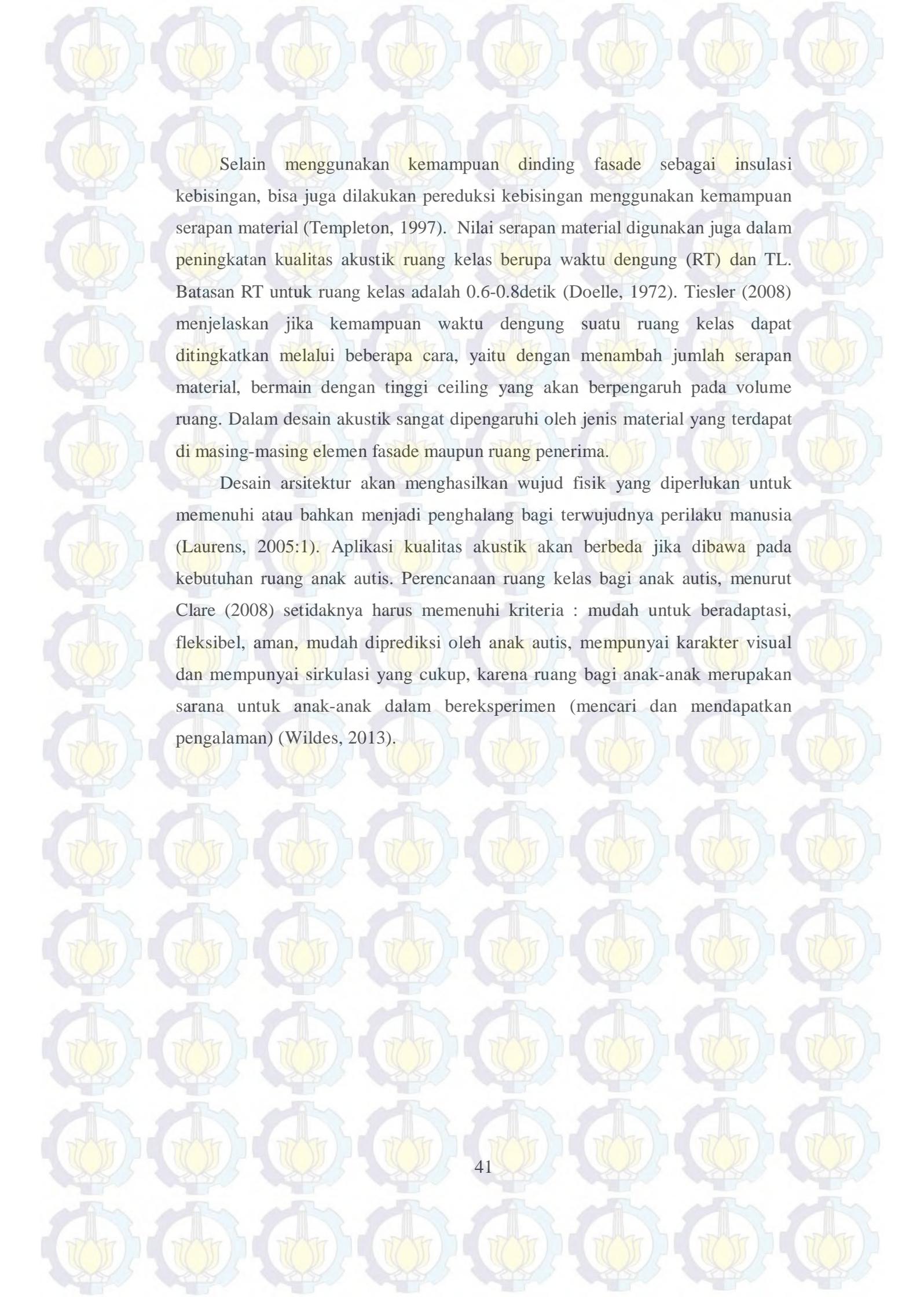
- Nilai NC yang adalah 30-35 dB jika kapasitas kelas 0 — 59 tempat duduk.
- Nilai NC untuk peralatan mechanical-electrical yang disarankan maksimal 25, seperti disarankan pada ANSI S 12.60-2002.
- Dinding harus diteruskan ke lantai atas atau pada konstruksi atap dan tidak berhenti pada ceiling.
- Pilihan komponen system yang dapat memenuhi criteria akustik pada ruangan kelas.
- STC untuk dinding antar ruang kelas sebesar 50, STC untuk dinding yang berbatasan dengan ruangan umum atau toilet minimal senilai 53 sedangkan untuk dinding yang memisahkan ruang kelas dengan ruang ME atau area dengan tingkat kebisingan tinggi harus memiliki STC setidaknya 60.
- RT ruangan 10,000 cubic feet tidak melebihi 0,5 detik sedangkan untuk ruangan diatas 10,000 cubic feet maximal RT sebesar 0.7 detik.
- Dinding dan ceiling memerlukan treatment akustik

- Material pada dinding depan kelas bersifat reflektif sehingga memantulkan suara hingga ke bagian belakang area ruang kelas (General Assignment Classroom Design Standards).

2.9 Resume Kajian Pustaka

Pada beberapa penelitian sebelumnya diketahui bahwa sumber kebisingan pada bangunan sekolah paling besar dipengaruhi oleh letak bangunan yang berada di tepi jalan raya dan padatnya aktifitas lalu lintas (Quartieri, 2010). Sedangkan Mediastika (2005) menambahkan bahwa sumber lain yang turut mempengaruhi adalah kegiatan di dalam lingkungan sekolah, kegiatan di dalam kelas dan yang berasal dari kelas sebelah. Kebisingan yang diderita oleh ruang kelas terjadi karena adanya perambatan bunyi melalui struktur bangunan (Doelle, 1972) dan melalui udara yang turut masuk ke ruang lewat bukaan (Templeton, 1997). Kondisi tersebut ditemukan pada beberapa bangunan sekolah dan ruang kelas.

Struktur bangunan pada elemen dinding kurang memenuhi persyaratan bagi kebutuhan kenyamanan pendengaran dalam ruang. Kondisi akustik yang kurang baik tersebut sangat berpengaruh terhadap anak autis yang berada di kelas inklusi. Anak autis sangat sensitif terhadap bunyian dan pada usia anak-anak memerlukan kualitas akustik yang lebih baik jika dibandingkan dengan orang dewasa (Agarwal, 2009). Disisi lain, akustik adalah kondisi yang mempengaruhi perencanaan arsitektur yang berdampak terhadap perilaku anak autis selain zoning, audio visual, lighting (Mostafa, 2008:197). Batas kebisingan yang mampu diterima oleh siswa pada sebuah ruang kelas berkisar pada NC 30-35 (Acoustic Design Of Schools, a design guide, Building Bulletin 93). Karena tingginya kebisingan yang didapati pada kelas inklusi, maka perlu adanya penanganan akustik ruang yang disesuaikan dengan kebutuhan anak autis. Pengendalian kebisingan (Transmission Loss / TL) dapat dilakukan melalui insulasi elemen bangunan pada dinding fasade (Ardianto, 2013) yang menghadap langsung ke jalan. Pawestri (2011) menambahkan bahwa pereduksi kebisingan bisa dilakukan dengan pengaturan layout yang dipengaruhi oleh letak dinding dan bukaan serta orientasi layout terhadap sumber kebisingan.



Selain menggunakan kemampuan dinding fasade sebagai insulasi kebisingan, bisa juga dilakukan pereduksi kebisingan menggunakan kemampuan serapan material (Templeton, 1997). Nilai serapan material digunakan juga dalam peningkatan kualitas akustik ruang kelas berupa waktu dengung (RT) dan TL. Batasan RT untuk ruang kelas adalah 0.6-0.8detik (Doelle, 1972). Tiesler (2008) menjelaskan jika kemampuan waktu dengung suatu ruang kelas dapat ditingkatkan melalui beberapa cara, yaitu dengan menambah jumlah serapan material, bermain dengan tinggi ceiling yang akan berpengaruh pada volume ruang. Dalam desain akustik sangat dipengaruhi oleh jenis material yang terdapat di masing-masing elemen fasade maupun ruang penerima.

Desain arsitektur akan menghasilkan wujud fisik yang diperlukan untuk memenuhi atau bahkan menjadi penghalang bagi terwujudnya perilaku manusia (Laurens, 2005:1). Aplikasi kualitas akustik akan berbeda jika dibawa pada kebutuhan ruang anak autis. Perencanaan ruang kelas bagi anak autis, menurut Clare (2008) setidaknya harus memenuhi kriteria : mudah untuk beradaptasi, fleksibel, aman, mudah diprediksi oleh anak autis, mempunyai karakter visual dan mempunyai sirkulasi yang cukup, karena ruang bagi anak-anak merupakan sarana untuk anak-anak dalam bereksperimen (mencari dan mendapatkan pengalaman) (Wildes, 2013).

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Paradigma Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas akustik ruang kelas inklusi dan reguler yang di dalamnya terdapat anak autis. Kualitas akustik dalam penelitian dipengaruhi oleh kondisi sekitar ruang kelas yang berpotensi menjadi sumber kebisingan (jalan raya, playground, kelas sebelah), elemen penghalang dan elemen ruang serta material.

Paradigm postpositivisme menjadi landasan epistemologis dalam penelitian yang akan dilakukan nantinya. Pemilihan paradigma postpositivisme karena bersifat realitas tunggal dan mengarah pada beberapa kemungkinan. Dengan menggunakan paradig postpositivisme, penelitian nantinya akan bersifat objektif, selain itu, objek penelitiannya berdasarkan pada fenomena yang ada, bisa diukur berulang kali untuk mendapatkan data yang akurat (Groat & Wang, 2002:32).

3.2 Strategi Penelitian

Strategi yang digunakan dalam penelitian ini adalah experimental dengan metode observasi dan simulasi. Strategi experimental mampu menggeneralisasikan hasil dari sebuah fenomena-fenomena yang ditemui di lapangan, dengan menghubungkan antar beberapa variabel. Dalam strategi experimental, variabel yang digunakan terdiri dari variabel khusus dan bebas, serta hasil pengukurannya bisa menjadi satu atau beberapa variable.

3.2.1 Eksperimental

Eksperimental merupakan strategi yang digunakan dalam penelitian, dimana terdapat beberapa tahap penelitian guna mendapatkan hasil yang selanjutnya akan dianalisis dan disimpulkan (Pawestri, 2011). 2 tahapan dalam eksperimen, yaitu :

a. Tahap sebelum percobaan : tahap dimana dilakukannya perolehan data

lapangan, berupa pengukuran dan observasi kondisi fisik sekolah dan ruang kelas sebelum treatment, yang dihasilkan berupa data eksisting bangunan sekolah, dimensi ruang, furniture dan material, BNL, dan keberadaan penghuni.

- b. Tahap percobaan : tahap melakukan treatment pada objek dengan menggunakan simulasi material asli maupun material alternatif sebagai pembanding, layout sekolah, keberadaan jarak ruang kelas dengan kebisingan jalan raya. Pada tahap ini menggunakan simulasi komputer berupa software Ecotect dan Excel.

Eksperimen ini dilakukan untuk mendapat hasil perhitungan yang mendekati standar akustik ruang kelas yang baik dan juga untuk membuktikan kinerja variabel yang terdapat dalam kajian teori yang selanjutnya diuji dengan kondisi objek di lapangan.

Menurut Groat & Wang (2002 : 270), eksperimental memiliki beberapa keunggulan dan kekurangan, yaitu :

Keunggulan :

- Dapat menetapkan dan menjelaskan hubungan sebab akibat.
- Menyamakan hasil latar belakang serta fenomena lain yang muncul.
- Semua aspek pada desain eksperimen yang mempengaruhi hubungan sebab akibat dapat diukur dengan baik.
- sistematis dengan pengerjaan pengukuran/penelitian pada setiap unitnya.

Kekurangan / kelemahan :

- Mengurangi kelengkapan data untuk suatu pengukuran dalam identifikasi kebetulan/ variabel tetap.
- Karena memungkinkan adanya penyamaan yang berlebihan, hal itu dapat disalahgunakan sehingga mengabaikan keberadaan etnik dan gender.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian yang bertujuan mengetahui kualitas akustik gedung sekolah inklusi dan khususnya ruangan kelas bagi siswa-siswi autis ini dilakukan dengan eksperimen. Sebelum dilakukan eksperimen perlu dilakukannya pengukuran lapangan dan akustik untuk mendapat data yang digunakan dalam

eksperimen. Dalam penelitian ini, eksperimen digunakan untuk mengetahui pengaruh eksisting dan modifikasi material fasad dan interior ruang kelas yang berkaitan dengan pengendalian akustik.

Pengendali akustik ditujukan pada pengendalian kebisingan dari luar ruangan yang merambat masuk ke dalam ruang. Material fasade (eksisting maupun modifikasi) berperan sebagai material insulasi yang meredam kebisingan dari luar ruangan kelas (jalan raya, koridor dan playground). Pada penelitian ini akan mengetahui sejauh mana material mampu meredam dan menanggulangi kebisingan dari aktifitas luar ruang kelas. Modifikasi material dan desain fasade dilakukan semaksimal mungkin untuk menurunkan tingkat bunyi kebisingan yang mengenai permukaan fasade yang kemungkinan bisa masuk ke dalam ruangan melalui bukaan (pintu, jendela dan ventilasi).

Selain material, kemampuan insulasi suatu bangunan juga dipengaruhi oleh kondisi luasan material dalam tiap-tiap elemen, seperti misalnya pada pintu, dinding dan bukaan. Keberadaan bukaan (jendela dan ventilasi) di sebuah ruang akan membantu memaksimalkan penghawaan dan pencahayaan secara alami, namun di sisi lain di saat terjadi sirkulasi udara, tidak hanya udara yang masuk, namun juga disertai oleh bunyi/kebisingan dari luar ruang.

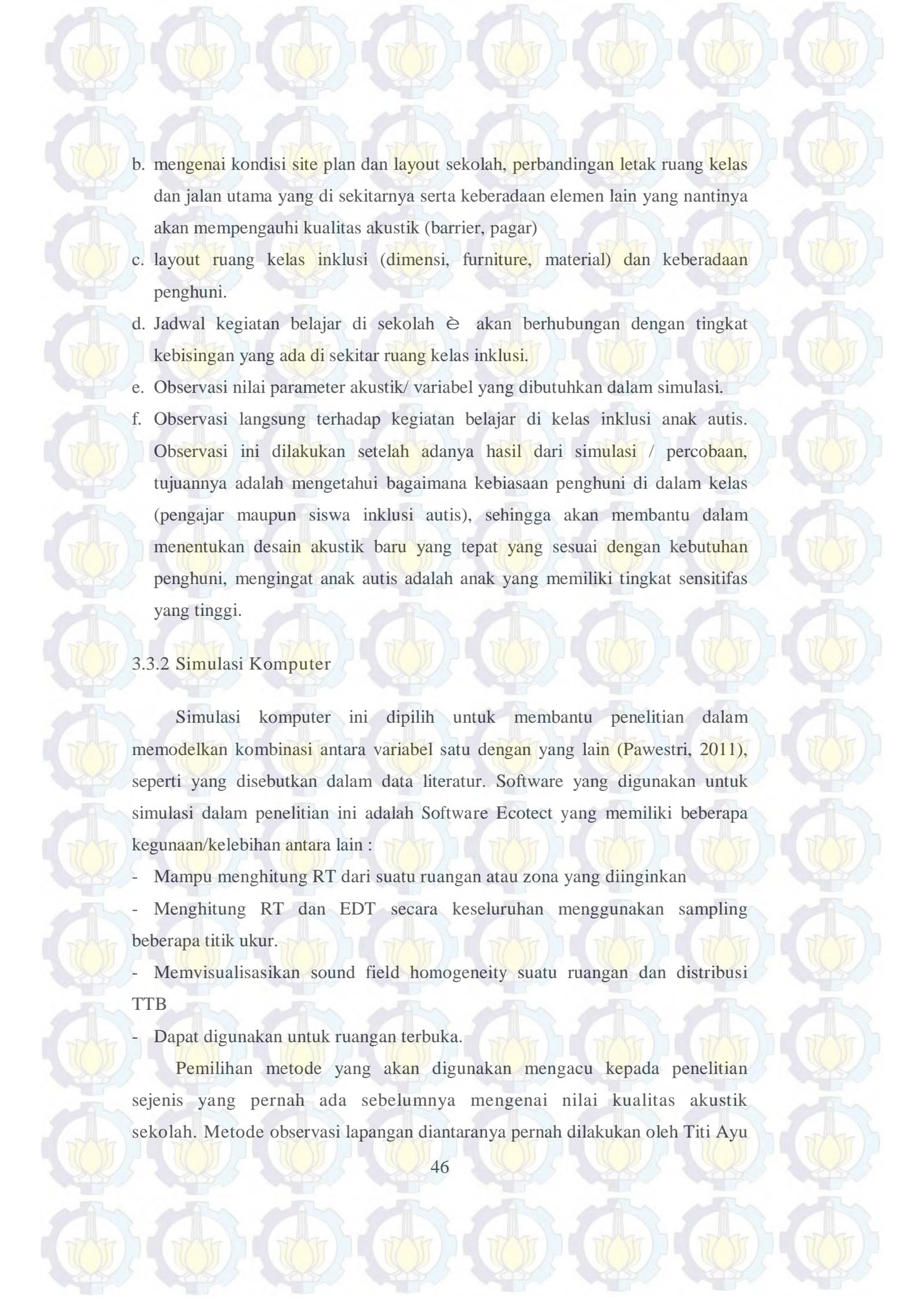
Sedangkan material interior ruang kelas digunakan jika nilai maksimal penurunan kebisingan, modifikasi material fasade tidak mencukupi untuk meredam dan menghalangi kebisingan luar, sehingga perlu adanya treatment pada interior ruang kelas, meliputi modifikasi material dan pengaturan layout sehingga kebisingan yang diterima oleh ruang kelas bisa diminimalkan.

Eksperimen pada penelitian ini melalui beberapa tahapan, yaitu observasi lapangan dan tahap simulasi.

3.3.1 Observasi Lapangan

Observasi lapangan yang terkait dengan kasus ini adalah kondisi lapangan beberapa sample SD inklusi yang terpilih. Observasi yang akan dilakukan meliputi :

- a. kondisi sekolah dan jalan disekitarnya (digolongkan pada jenis jalan tertentu)

- 
- b. mengenai kondisi site plan dan layout sekolah, perbandingan letak ruang kelas dan jalan utama yang di sekitarnya serta keberadaan elemen lain yang nantinya akan mempengaruhi kualitas akustik (barrier, pagar)
 - c. layout ruang kelas inklusi (dimensi, furniture, material) dan keberadaan penghuni.
 - d. Jadwal kegiatan belajar di sekolah \ominus akan berhubungan dengan tingkat kebisingan yang ada di sekitar ruang kelas inklusi.
 - e. Observasi nilai parameter akustik/ variabel yang dibutuhkan dalam simulasi.
 - f. Observasi langsung terhadap kegiatan belajar di kelas inklusi anak autisme. Observasi ini dilakukan setelah adanya hasil dari simulasi / percobaan, tujuannya adalah mengetahui bagaimana kebiasaan penghuni di dalam kelas (pengajar maupun siswa inklusi autisme), sehingga akan membantu dalam menentukan desain akustik baru yang tepat yang sesuai dengan kebutuhan penghuni, mengingat anak autisme adalah anak yang memiliki tingkat sensitifitas yang tinggi.

3.3.2 Simulasi Komputer

Simulasi komputer ini dipilih untuk membantu penelitian dalam memodelkan kombinasi antara variabel satu dengan yang lain (Pawestri, 2011), seperti yang disebutkan dalam data literatur. Software yang digunakan untuk simulasi dalam penelitian ini adalah Software Ecotect yang memiliki beberapa kegunaan/kelebihan antara lain :

- Mampu menghitung RT dari suatu ruangan atau zona yang diinginkan
- Menghitung RT dan EDT secara keseluruhan menggunakan sampling beberapa titik ukur.
- Memvisualisasikan sound field homogeneity suatu ruangan dan distribusi TTB
- Dapat digunakan untuk ruangan terbuka.

Pemilihan metode yang akan digunakan mengacu kepada penelitian sejenis yang pernah ada sebelumnya mengenai nilai kualitas akustik sekolah. Metode observasi lapangan diantaranya pernah dilakukan oleh Titi Ayu

Pawestri,dkk (2011), Johar Maknun, Bruno Magalhaes dan Ligia T Silva (2011), Oriole Wilson ,dkk (2002) dan Gary W. Siebein, dkk (2000). Dari beberapa penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya, observasi lapangan bertujuan untuk validasi data dengan cara mendapatkan nilai dari parameter akustik, seperti Background Noise Level (BNL), Noise Reduction (NR), Noise Indicator, NC,RT, C80, STI dan STC. Dalam metode observasi menggunakan teknik pengukuran lapangan dengan menganalisis keadaan fisik bangunan sekolah seperti elemen bangunan (dinding, lantai dan ceiling), material bangunan, kondisi jalan di sekitar sekolah dan lingkungan sekolah. Peralatan yang digunakan dalam observasi lapangan adalah Sound Level Meter. Setelah melakukan validasi melalui observasi lapangan, data selanjutnya digunakan untuk melakukan simulasi komputer. Dari lima (5) penelitian di atas,hanya Titi Ayu Pawestri, dkk (2011) yang menggunakan software Ecotect yang nantinya juga akan digunakan oleh penulis dalam penelitian ini.

Metode simulasi dalam pengerjaannya memiliki kekurangan dan kelebihan, seperti yang diungkapkan oleh Groat & Wang (2002), yaitu :

a. Kelebihan :

- Merupakan salahsatu cara untuk mengetahui dan memahami konsekuensi di masa datang pada sebuah kasus yang sedang diujikan.
- Merupakan taktik / cara dalam penyelesaian sebuah eksperimen.

b. Kekurangan :

- Model yang dibuat tidak sama persis dengan objek aslinya, karena adanya perubahan (bisa berupa penyederhanaan), sehingga hasil simulasi bisa bergeser dari seharusnya.

3.4 Objek Penelitian

Eksperimen dalam penelitian ini berdasarkan pada hasil pengukuran/observasi lapangan pada objek penelitian. Terdapat 2 sample SDN Inklusi yaitu SDN Keputih 245 dan SDN Menur Pumpungan yang keduanya menyelenggarakan program inklusi bagi anak berkebutuhan khusus (abk), dalam hal ini dipilih yang menyelenggarakan untuk anak autisme, dimana anak autisme diketahui membutuhkan perlakuan khusus mengenai bunyi, material(sensorik)

dan pengaturan ruang. Kedua SDN Inklusi tersebut dipilih berdasarkan kriteria tertentu, seperti :

1. Lokasi SD berada di wilayah Surabaya
2. Berada pada jalan tipe II-Kolektor Sekunder dengan aktifitas padat lalu lintas.
3. Jalan di sekitar bangunan SD merupakan jalan dengan persimpangan / berada di sekitar persimpangan dan menuju ke arah traffic light. Bangunan dengan kondisi jalan seperti itu mempunyai tingkat kebisingan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan bangunan yang jauh dari persimpangan jalan dan traffic light (Quartier, 2010).
4. SDN mempunyai kelas inklusi yang menampung siswa autisme yang digunakan sebagai sarana terapi dan sosialisasi dengan lingkungan luar.
5. Bangunan dan bukaan pada kelas inklusi menghadap langsung ke jalan raya.

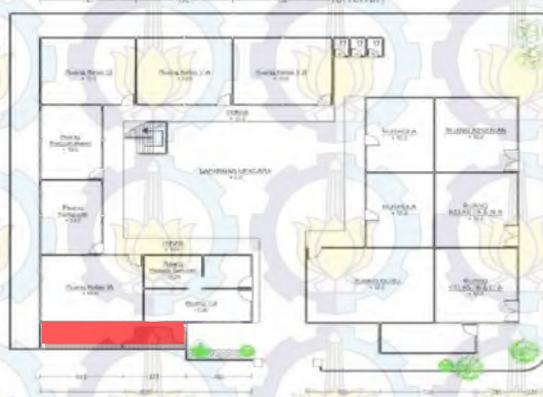
Berdasarkan beberapa kriteria di atas, SDN Menur Pumpungan dan SDN Keputih 245 ditetapkan sebagai objek penelitian karena terdapat permasalahan yang khusus yaitu adanya kelas yang didalamnya menampung siswa autisme yang sangat membutuhkan perlakuan khusus mengenai akustik dan sensitifitas terhadap material yang berhubungan langsung dengannya. Selain itu, masalah utama lainnya adalah letak sekolah yang berada pada kawasan padat lalu lintas dan dengan orientasi bangunannya menghadap ke jalan sehingga kebisingan bisa dengan mudah merambat masuk ke ruang kelas.



Gambar 3-1 Lokasi Terpilih



Gambar 3-2 Orientasi SDN Menur Pumpungan (kiri) dan SDN Keputih (kiri)



Gambar 3-3 Denah existing dan Ruang kelas yang terpilih SDN Menur Pumpungan (tanda merah)



DENAH EXISTING - LANTAI 2
SDN KEPUTIH 245

Gambar 3-4 Denah existing dan Ruang kelas yang terpilih SDN Keputih 245

SDN Keputih 256 dan SDN Menur Pumpungan berada di jenis jalan tipe II-kolektor sekunder. Jalan tersebut merupakan jalan lokal yang menghubungkan antar wilayah dalam satu kota. Meskipun jalan lokal, keduanya merupakan jalan dengan lalu lintas yang padat sepanjang hari terlebih pada waktu-waktu tertentu dengan berbagai jenis kendaraan yang melaluinya, mulai

dari kendaraan pribadi, mobil ekspedisi, angkutan umum, ambulance hingga truck besar. Ruang kelas mempunyai orientasi dan bukaan menghadap ke jalan dengan variasi bukaan yang besar dan beragam (bentuk dan material). Fungsi kelas inklusi menjadi point yang perlu diperhatikan dalam penelitian. Kelas inklusi lebih fokus pada pendampingan kepada siswa autis, karena system belajar mengajarnya berbeda dengan kelas reguler dimana satu kelas biasanya hanya dibimbing oleh satu guru, sedangkan di kelas inklusi setiap 2 atau 3 siswa abk dibimbing oleh 1 guru pendamping. Karena kelas reguler dibimbing satu guru, sehingga kelas lebih berfungsi sebagai ruang pembicaraan.

3.5 Variabel Penelitian

Penelitian ini dipengaruhi oleh beberapa variabel yang dibagi menjadi 2, yaitu bebas dan terikat. Diperolehnya kedua variabel ini dari kajian literatur dan kondisi lapangan.

3.5.1 Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan nilai dari hasil eksperimen yang sangat dipengaruhi oleh variabel bebas disekitarnya. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah Noise Reduction, termasuk di dalamnya adalah Background noise level), Transmission Loss(TL) dan Waktu Dengung (RT). Dalam penelitian ini tidak menyertakan distribusi tingkat tekanan bunyi (TTB), karena sistem belajar – mengajar bagi anak autis berbeda dengan siswa umum.

3.5.1.1 Background Noise Level dan Noise Criteria

Background noise level digunakan untuk mengetahui kebisingan yang berada di sekitar ruang kelas inklusi yang berasal dari dalam dan luar ruangan.

Sedangkan Noise Criteria (NC) adalah indeks numerik tunggal yang biasa digunakan untuk menjelaskan batasan maksimal kebisingan yang bisa diterima oleh suatu ruangan tertentu. NC juga digunakan untuk mengevaluasi dan menentukan tingkat kebisingan latar belakang (background noise level) secara stabil atau terus menerus yang akan berguna untuk membantu pencapaian

isolasi suara yang diinginkan pada suatu tempat/ruang dengan penambahan atau pengurangan level sebesar 4 — 5 dB yang bisa dilihat dalam kurva Noise Criteria.

Perolehan nilai BNL dilakukan pada saat pengambilan data akustik pada masing-masing objek.

3.5.1.2 Transmission loss (TL)

Perambatan bunyi melalui udara (Airborne Sound) dan struktur bangunan (Structureborne) akan mempunyai nilai yang berpindah dari sumber bunyi ke sumber penerima. Jika melewati melalui udara tanpa adanya partisis, nilai yang berpindah sangat besar karena tidak adanya objek penghalang sebagai pengendalnya. Sedangkan jika bunyi melewati sebuah objek, maka bunyi akan mengalami perlakuan diredam, dipantulkan dan diteruskan. Meskipun nantinya bunyi akan tetap masuk ke dalam sumber penerima, maka nilai nya akan berkurang. Berkurangnya energi bunyi yang melalui sebuah objek disebut dengan Transmission Loss (TL). TL sangat tergantung dengan kondisi partisi/objek dan frekuensi yang dimilikinya.

3.5.1.3 Waktu Dengung (RT)

Variabel terikat selanjutnya adalah menentukan nilai dari waktu dengung (RT) pada setiap ruang kelas inklusi. Nilai yang diharapkan adalah yang mendekati nilai standar waktu dengung yang sudah ditetapkan untuk ruang kelas secara umum. Untuk ruang kelas, batasan waktu dengung yang digunakan adalah senilai 0,6 s. Untuk menghitung RT menggunakan software ecotect.

3.5.2 Variabel Bebas

Variabel bebas digunakan dalam pengolahan dan penentuan nilai dari variabel terikat. Variabel bebas yang disertakan dalam sebuah penelitian akan menentukan jenis variabel terikat. Dalam penelitian ini variabel bebas yang digunakan adalah layout dan bukaan, kondisi jalan dan material bangunan

(material eksterior maupun interior bangunan).

3.5.2.1 Background noise level dan Noise Criteria

Background noise level akan terlihat dalam satuan dB dan pada tingkatan frekuensi tertentu. Background noise merupakan kebisingan yang ada di sekitar ruangan. Kebisingan dapat terjadi dari berbagai sumber, yaitu sumber diam (industri, pabrik dan mesin konstruksi) dan sumber bergerak (kendaraan bermotor, kereta api dan pesawat terbang).Kebisingan yang diderita oleh suatu bangunan dapat berasal dari :

1. Luar lahan bangunan
2. Dalam lahan tetapi di luar bangunan
3. Dari dalam bangunan itu sendiri (peralatan bangunan, kegiatan)
4. Dalam ruangan

Sedangkan untuk Noise Criteria, ASHRAE Handbook and AHRI Standard 885 menjelaskan bahwa Noise Criteria dipengaruhi oleh beberapa komponen, yaitu Sound Pressure level (Spl), frekuensi, jarak sumber bunyi dan penerima serta volume ruang (Engineering Guidelines — Acoustics).

Penelitian mengenai sekolah inklusi ini membatasi variable bebas yang digunakan untk data BNL adalah :

Luar bangunan :

- Kondisi jalan disekitar sekolah dan keramaian aktifitas lalu lintas.
- Medium yang nantinya dilalui oleh kebisingan (udara maupun struktur bangunan), dalam hal ini adalah jarak dinding terluar bangunan terhadap sumber kebisingan dari luar.

Sekitar Bangunandan dari bangunan itu sendiri :

- Kebisingan dari aktifitas di sekitar kelas yang masih di area lahan sekolah (play ground, kegiatan mesin luar ruangan)
- Kebisingan yang dihasilkan oleh peralatan yang digunakan di dalam bangunan maupun dalam ruang kelas inklusi.

3.5.2.2 Waktu Dengung (RT)

Variabel bebas yang terkait dengan waktu dengung diperoleh berdasarkan rumus persamaan waktu dengung. Sehingga variabel bebas yang digunakan adalah volume ruang dan material

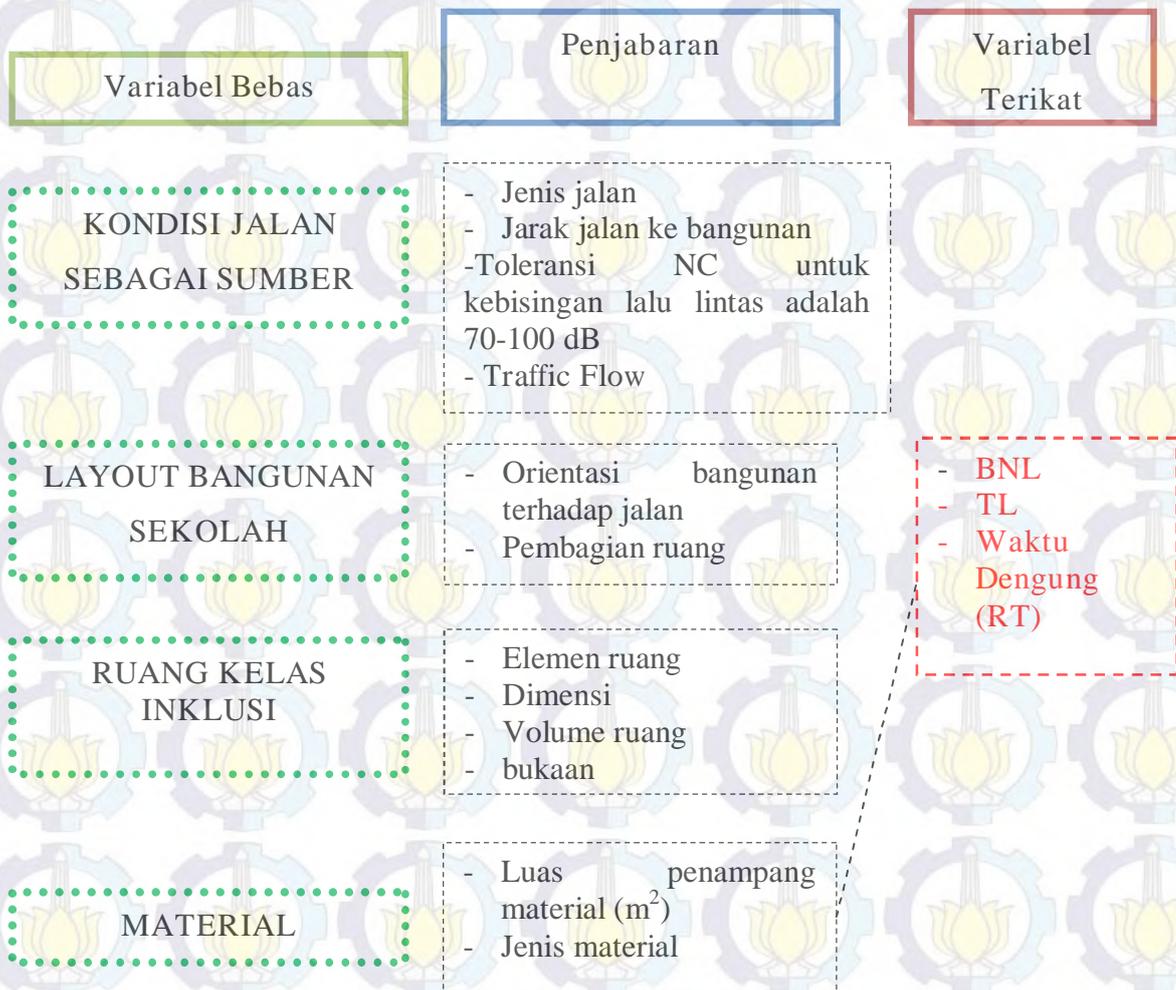


Diagram 3.1 Pola hubungan variabel bebas dan terikat

3.6 Populasi dan Sampel Penelitian

Surabaya merupakan kota dengan kemajuan yang pesat dan merupakan kota yang padat lalu lintas. Pertumbuhan kota Surabaya ditandai dengan makin banyaknya fasilitas belajar, seperti Sekolah Dasar (SD) baik SD negeri,

swasta maupun SD inklusi yang mulai bermunculan untuk mengakomodasi anak kebutuhan khusus. Populasi penelitian diambil dari SD di Surabaya yang berjumlah 969 buah (data terlampir). Dari jumlah SD tersebut, terdapat 52 SDN inklusi yang terdiri dari 41 SDN Inklusi biasa dan 11 SDN inklusi Mandiri (Data terlampir). Jumlah SDN inklusi ini didapat dari Dinas Pendidikan Kota Surabaya, sehingga belum terperinci secara detail mengenai jenis ABK yang diterima dan bagaimana kondisi fisik sekolah dan sekitarnya.

Setelah mendapatkan daftar SDN inklusi, selanjutnya dari populasi SD Inklusi tersebut diklasifikasikan ke bagian yang lebih sederhana lagi, yaitu hanya mengambil sekolah yang menyelenggarakan program khusus anak autis (terlepas dari jenis/tingkatan autis yang diderita oleh anak yang bersangkutan). Sejauh ini terdapat beberapa SD Negeri maupun Swasta yang menyelenggarakan program Inklusi bagi penyandang autis. Dari sekolah yang sudah diketahui menerima anak autis, lalu diklasifikasikan ke dalam jenis jalan yang ada di sekitar sekolah. Batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah jalan Tipe II dan III dengan memperhatikan fungsi jalan dengan tipe tersebut, kegiatan di sekitar sekolah, lingkungan sekolah, jenis kendaraan yang melewati dan rata-rata kecepatan kendaraan yang akan berpengaruh terhadap kebisingan yang ditimbulkan.

Selanjutnya setelah menentukan sekolah dan jenis jalan, penyederhanaan sample diambil dengan memilih SD yang terletak dekat dengan jalan raya (meskipun di jalan tipe II, namun terletak di dalam perumahan ataupun jauh dari jalan raya dan berada di belakang bangunan lain) yang memiliki karakteristik jalan dengan persimpangan/berada dekat area persimpangan dan menuju ke traffic light. Setelah itu sample penelitian lebih disederhanakan lagi, yaitu dipilihnya SD yang di dalamnya menyediakan satu ruang khusus untuk kelas inklusi yang digunakan siswa inklusi untuk beradaptasi dengan lingkungan luar, meskipun hanya pada mata pelajaran tertentu saja. Karena pada kenyataan di lapangan, meskipun SD inklusi, tetapi tidak terdapat ruang kelas khusus inklusi, sehingga siswa autis sejak awal pendaftaran langsung ditempatkan ke kelas reguler.

Pengambilan sample tidak terikat pada tipologi bangunan (tidak mengikat

bentuk bangunan pada bentuk U, I, ataupun L), karena yang menjadi fokus adalah pembagian zona sekolah dan layout bangunan serta spesifik pada letak ruang kelas Inklusi dan satu ruang kelas reguler terhadap kondisi sekitar (dengan jalan sekitar bangunan maupun dengan ruangan lainnya).

Tabel 3-1 Daftar sample SD terpilih

SD	ALAMAT	Jenis Jalan
SDN Keputih 245	Jl. ArifRahman Hakim	Tipe II Kolektor Sekunder
SDN Menur Pumpungan	Jl. Menur Pumpungan 28	

Sumber : data pribadi, 2014



Diagram 3.2 Pola penentuan populasi dan sample penelitian

3.7 Data dan Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperlancar jalan penelitian ini dibutuhkan berbagai macam data yang saling berkaitan. Data tersebut terbagi dalam dua kriteria, yaitu data primer dengan cara mendapatkan melalui obesrvasi lapangan dan data

sekunder yang merupakan data tambahan yang mendukung penelitian. Data-data tersebut berdasarkan pada variabel bebas dan terikat yang digunakan dalam penelitian

Sedangkan teknik pengumpulan data menggunakan cara observasi lapangan dan simulasi komputer. Observasi lapangan dilakukan di sample SD yang sudah dipilih. Observasi lapangan dilakukan melalui 3 tahap, yaitu pengukuran kondisi fisik objek (sekolah), pengukuran akustik ruang dan observasi langsung pada siswa di kelas inklusi, tujuan dari observasi terakhir ini adalah mengetahui kebiasaan dan kondisi belajar sehari-hari terlebih siswa autis. Yang merupakan data primer dan sekunde dapat dilihat di tabel 3.2:

Tabel 3-2 Data Primer Penelitian

Variabel	Data Primer	Teknik Pengumpulan Data
Kondisi jalan sebagai sumber kebisingan	<ul style="list-style-type: none"> Jenis jalan di sekitar lingkungan SD à jalan tipe II Jenis jalan persimpangan Traffic Flow 	Study literature dan obserbasi langsung
Layout bangunan sekolah	Orientasi bangunan terhadap jalan Pembagian zona privat dan umum	Analisis denah asli bangunan yang sudah ada - Jika data tidak terdapat dari denah asli, maka diukur menggunakan alat ukur manual pada saat observasi lapangan - Pendataan langsung saat survey lapangan
Ruang Kelas Inklusi	<ul style="list-style-type: none"> Elemen ruang Dimensi ruang Volume ruang 	
Bukaan	<ul style="list-style-type: none"> Dimensi bukaan Letak dan orientasi bukaan 	
Material	<ul style="list-style-type: none"> Luas penampang material (m^2) Jenis material () 	
Validasi data	<ul style="list-style-type: none"> Bising latar belakang Distribusi suara Respon impuls ruangan 	
	<ul style="list-style-type: none"> NRC, TL Waktu Dengung (RT) 	Pengukuran lapangan secara langsung menggunakan Sound level meter dan audio metric
		Perhitungan dan Simulasi computer dengan software Ecotect

Tabel 3-3 Data Sekuder Penelitian

Datar Sekunder	Sumber
<ul style="list-style-type: none"> - daftar sekolah inklusi di Surabaya - syarat pendirian sekolah inklusif - daftar sekolah umum yang memenuhi persyaratan menjadi sekolah inklusif 	<ul style="list-style-type: none"> - Data diperoleh dari Dinas Pendidikan kota Surabaya
<ul style="list-style-type: none"> - Foto/gambar contoh sekolah inklusi 	<ul style="list-style-type: none"> - Study literature penelitian sebelumnya - Observasi lapangan

3.7.1 Pengukuran Fisik Objek / sekolah

Pengukuran fisik objek meliputi kondisi jalan, layout bangunan dan jarak bangunan ke badan jalan, geometri ruang kelas inklusi (dimensi, luas dan volume), layout furniture ruang kelas inklusi, material secara keseluruhan (elemen bangunan dan furniture), waktu diadakannya pengukuran dan jumlah pengguna ruang kelas (tenaga pengajar dan murid). Alat yang digunakan untuk kegiatan ini adalah meteran dan hasil dari pengukuran dimensi, furniture serta material secara keseluruhan dicatat untuk masing-masing objek. Untuk mewakili kondisi sekitar, peneliti mendokumentasikan kondisi dengan kamera.

Hasil dari pengukuran fisik ruang berupa jarak, geometri ruang dan material nantinya akan digunakan sebagai variabel bebas dalam perhitungan simulasi yang akan digabungkan dengan hasil pengukuran akustik ruang untuk mendapatkan nilai variabel terikat (BNL, NRC, TL dan RT) dan selanjutnya untuk menganalisa keterkaitan antara satu dengan lainnya.

3.7.2 Pengambilan Data Akustik

Pengukuran akustik ruangan meliputi Background noise level, Noise Reduction Criteria, Transmission loss dan Waktu Dengung.

a. Background Noise Level

Pengukuran BNL dan NC terkait dengan kebisingan yang ada di sekitar

sekolah/objek penelitian. Tujuan pengukuran kebisingan (BNL dan NRC) adalah mengetahui tingkat kebisingan maksimum pada luar ruangan dan dalam kelas, sehingga nanti bisa ditentukan jenis material yang akan disesuaikan dengan hasil NC.

Untuk Pengukuran kebisingan di luar ruangan, Rustadji dan Palupi (2011) dalam Jurnal Standardisasi mengenai sampling pengukuran kebisingan, menyebutkan bahwa Waktu pengukuran dilakukan selama aktifitas 24 jam (LSM) dengan cara pada siang hari tingkat aktifitas yang paling tinggi selama 16 jam (LS) pada selang waktu 06.00 – 22.00 dan aktifitas malam hari selama 8 jam (LM). Setiap pengukuran harus dapat mewakili selang waktu tertentu dengan menetapkan paling sedikit 4 waktu pengukuran pada siang hari dan pada malam hari paling sedikit 3 waktu pengukuran.

Karena sekolah merupakan bangunan dengan kegiatan yang terbatas pada waktu tertentu (bangunan tidak digunakan selama 24 jam penuh), maka waktu pengukuran kebisingan dilakukan hanya pada pagi hingga siang hari. Dengan asumsi waktu belajar adalah mulai pukul 07.00 – 12.00.

Pengukuran dilakukan dengan interval waktu setiap 10 menit secara otomatis oleh SLM. Pada jam 07.00 dengan asumsi jalan sekitar sekolah padat karena pada waktu tersebut merupakan jam sibuk, dimana orang-orang berangkat beraktifitas (sekolah ataupun bekerja). Selanjutnya adalah jam 10.00 diasumsikan keadaan jalan dan sekitar sekolah tidak terlalu padat aktifitas, dan yang terakhir adalah jam 12.00 yang merupakan jam sibuk dengan mobile yang tinggi, dengan alasan keluar berkendara untuk makan siang, sebagian siswa pulang sekolah (kegaduhan siswa dan aktifitas lalu lalang kendaraan jemputan). Peralatan yang digunakan untuk pengukuran ini adalah Sound Level Meter.

Pengukuran BNL untuk insulasi kebisingan dilakukan mengacu pada standar EN ISO 140-5 (1998) dimana terdapat dua cara pengukuran, yaitu dengan metode elemen (The element methods) dan metode global (The global methods). Metode yang digunakan adalah metode global karena untuk

mengetahui nilai/intensitas bunyi yang mengenai suatu partisi dengan kebisingan lalu lintas sebagai sumber utamanya.

Perletakan titik ukur untuk pengukuran insulasi suara diletakkan sejauh 1.5m dari dinding bangunan dan mengarahkan speaker SLM ke sumber utama (jalan raya) dengan ketinggian 1.5m dari lantai. Cara ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Vermeir (2004) mengenai insulasi terhadap fasade pada bangunan yang terletak di tipe jalan persimpangan. Pengukuran BNL menggunakan SLM Solo dan Rion.



Gambar 3-5 Salah Satu Contoh Titik Peletakan SLM

Tabel 3-4 Jadwal Pengambilan Data Akustik

Tanggal	Lokasi	Waktu		Keterangan
		Awal - akhir	Durasi	
06/11/2013	Kelas Inklusi SDN Keputih 256	07:00 – 12:00	Setiap 10 menit	- Menggunakan SLM Solo dan Rion - Letak setiap SLM 1-1.5m dari dinding terluar/fasade
11/11/2013	Kelas Inklusi SDN Menur Pumpungan	07:00 – 11.00	Setiap 10 menit	- Tinggi titik ukur 1.5m dari lantai



Gambar 3-6 Contoh Peletakan SLM di dalam ruang kelas, menghadap ke luar / bukaan



Gambar 3-7 Contoh Peletakan SLM di luar kelas menghadap ke jalan

Pada gambar di atas, pengambilan data akustik menggunakan dua SLM sekaligus dalam satu waktu. Satu SLM diletakkan di dalam kelas dan satu lagi diluar kelas, menggunakan alat bantu agar mencapai tinggi sesuai rencana. Masing-masing SLM diletakkan satu garis lurus, diukur dengan jarak 1.5m dari sisi dinding dan semua SLM dihadapkan ke arah jalan raya yang merupakan sumber kebisingan utama.

Perletakan titik ukur untuk pengukuran insulasi suara diletakkan sejauh 2m dari dinding bangunan dan mengarahkan speaker SLM ke sumber utama (jalan raya) dengan ketinggian 1.5m dari lantai. Cara ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Vermeir (2004) mengenai insulasi terhadap fasade pada bangunan yang terletak di tipe jalan persimpangan.



Gambar 3-8 Kondisi di playground / halaman sekolah saat pengambilan data akustik



Gambar 3-9 Kondisi jalan di depan objek pengambilan data akustik yang merupakan sumber utama kebisingan

Kondisi masing-masing sekolah berbeda terhadap sumber kebisingannya. Ada salah satu sekolah yang area pengukurannya langsung menghadap ke jalan raya tanpa adanya lahan playground yang bisa menjadi sumber kebisingan sekunder. Keberadaan playground digunakan sebagai area bermain siswa saat jam istirahat, senam dan olahraga. Pada SDN Keputih, playground berada tepat di depan area privat/ deretan kelas. Menjadi pemisah antara kelas dan jalan raya. Sedangkan pada SDN Menur Pumpungan, letak playground berada di dalam area sekolah, terlindungi oleh beberapa kelas yang mengelilinginya, 2 diantaranya adalah kelas yang terpilih sebagai objek penelitian.

b. Waktu Dengung

Karena Waktu Dengung (RT) bukan permasalahan utama yang terdapat di sekolah, maka untuk mendapatkan nilai waktu dengung digunakan simulasi dengan software Ecotect

3.7.3 Observasi Perilaku Dan Kegiatan Di Kelas Inklusi Bagi Anak Autis

Setelah hasil simulasi melalui eksperimen percobaan beberapa material dalam library ecotect, dan didapatkan hasil yang mendekati standar, maka perlu adanya usulan desain baru berupa material, denah hingga pada tata

letak furniture. Untuk mengaplikasikan hasil eksperimen harus disesuaikan dengan keberadaan penghuni di dalamnya, dalam hal ini adalah anak autis. Perubahan desain paling memungkinkan terjadi pada layout furniture dan material. Maka dalam penerapannya haruslah dipilih desain yang nyaman bagi anak autis, mengingat mereka mempunyai tingkat sensitifitas yang tinggi. Tujuan dari observasi kali ini adalah mengetahui kebiasaan dan kondisi belajar sehari-hari terlebih siswa autis, sehingga nantinya aplikasi desain yang baru mampu mendukung kegiatan belajarnya.

3.8 Tahapan Penelitian

Serangkaian tahapan penelitian dibutuhkan untuk bisa menjawab setiap pertanyaan permasalahan dan mencapai tujuan sebuah penelitian. Demikian juga dengan hal penelitian ini yang memiliki tahapan-tahapan penelitian dalam prosesnya :

3.8.1 Tahap Awal Penelitian

- Tahap pertama yang dilakukan adalah kajian literatur untuk memahami fenomena yang nantinya mengarah pada variabel – variabel yang digunakan dalam penelitian. Fenomena tersebut akan membantu menjelaskan perumusan masalah dan tujuan dari sebuah penelitian. Pada kajian literatur membahas mengenai layout sekolah, kebisingan lingkungan dan bangunan, dan material yang akan mempengaruhi kualitas akustik sekolah dan ruangan kelas. Selain itu juga mempelajari mengenai berbagai standart akustik untuk sekolah secara umum serta mempelajari perilaku siswa-siswi autis terhadap bunyi.
- Observasi awal untuk mengidentifikasi variabel penelitian yaitu variabel bebas dan terikat dan selanjutnya data primer dan sekunder penelitian.
- Observasi lapangan meliputi tiga tahapan, yaitu pengukuran fisik lapangan/objek/sekolah (perolehan data variabel bebas), pengukuran akustik ruangan (data variabel terikat, seperti tingkat kebisingan), dan observasi perilaku pengguna ruang kelas inklusi. Hasil dari pengukuran fisik dan akustik ruang akan menjadi bahan dalam eksperimen. Sedangkan hasil observasi perilaku pengguna

akan menjadi acuan dalam analisa dan desain akustik yang baru yang lebih sesuai dengan keberadaan anak autis sebagai salah satu penghuninya.

3.8.2 Penentuan Nilai RT Dan NC Untuk Kelas Dengan Siswa Autis Di Dalamnya

Dikarenakan belum adanya standar yang menentukan nilai NC dan RT untuk ruangan dengan anak autis di dalamnya, maka perlu adanya analisa mengenai kebutuhan akustik bagi anak autis di dalam ruang. Langkah yang diambil adalah menentukan nilai NC dan RT khusus untuk ruang bagi anak autis, dengan menganalisa berbagai jenis kebisingan dan intensitas bunyi yang masih bisa ditoleransi oleh anak autis.

3.8.2.1 Acuan Penentuan NC (Noise Criteria) Bagi Anak Autis.

Pada tahap ini adalah dengan membuat data segala jenis kebisingan dan intensitas bunyi yang dihasilkan dari kebisingan tersebut dan pengaruh kebisingan terhadap sikap anak autis saat menerimanya. Data kebisingan tersebut dibuat dalam sebuah tabel perbandingan. Selanjutnya adalah mencari standar NC pada berbagai ruang yang digunakan untuk penghuni normal (tanpa kebutuhan khusus) (tabel 3.5).

Ruang kelas pada sebuah sekolah merupakan tempat yang selalu memperoleh kebisingan, baik yang berasal dari luar kelas (koridor, playground dan jalan raya) ataupun berasal dari kegiatan di dalam ruang (murid bercakap-cakap, kegiatan belajar mengajar, suara peralatan mechanical-electrica).

Dalam grafik perbandingan (gambar 3.10) tersebut terlihat jika pada tingkat NC-20 – NC-35 mempunyai efek tenang dan sedikit bising. Sehingga pada tingkat tersebut cocok untuk ruang dengan tingkat akustik yang baik seperti pada ruang konferensi, ruang kelas, ruang baca dan kantor. Pada frekuensi sedang yang digunakan untuk pembicaraan, tingkat kebisingan yang diterima tidak melebihi 40dB. Hal tersebut seperti yang diungkapkan oleh Mediastika (2005), bahwa noise latar belakang yang nyaman berada pada tingkat kekerasan tidak lebih dari 40dB, meskipun bunyi akan muncul secara tetap dan stabil pada tingkat tertentu.

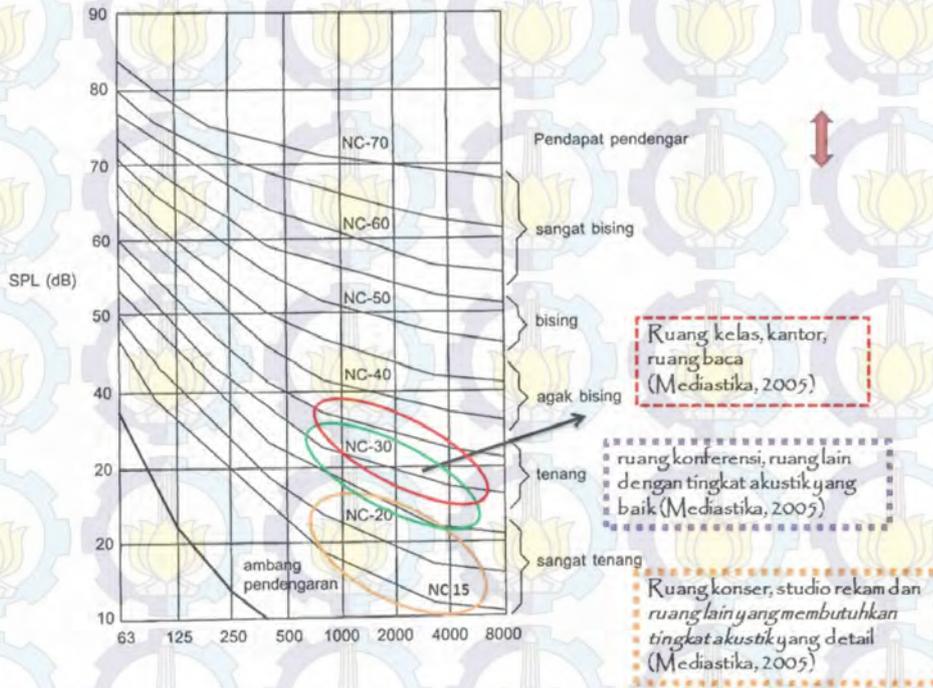
Tabel 3-5 Sumber kebisingan dan pengaruhnya terhadap anak autis.

Jenis / Sumber suara	Efek terhadap anak autis	Tingkat / level kebisingan (Db)
- suara pesawat jet, mobil Kereta api	Ü Mengganggu konsentrasi Ü anak mudah terpaku pada objek	95-112
- Mesin pemotong rumput		90-100
- Kebisingan lalu lintas		70-100
- pengerjaan jalan (sipil/konstruksi)		100-120
- suara gaduh di kelas suara anak-anak tertawa	Ü kaget Ü takut	75-85
- suara musik pesta	Ü tertekan	90-105
- suara bilasan air pada toilet dan nyala kran air	Ü berteriak Ü marah	35
- suara tv	Ü menangis	74
- audio visual, kegiatan dalam kelas/ruangan		60-80
- dengungan / suara AC dan Fan serta suara ventilasi pada kamar mandi	Ü Gelisah	90
- suara vacuum cleaner		95
- suara lonceng atau bel	Ü Kaget	90-95
- suara bersin,		
- hairdryer (http://www.folica.com/hair-101/buying-guides/hair-dryer-guide)	Ü Mengganggu konsentrasi	60 dB
- suara makanan yang renyah è diasumsikan pada restaurant		50 dB (http://www.goodfood.com.au)

Sumber :

- Ø Abhishek Agarwal (2009) diakses melalui <http://www.articlesbase.com/authors/>
- Ø Dr. Kurt Woeller (2010) diakses melalui <http://www.articlesbase.com/health-articles/light-and-sound-sensitivity-and-autism-3632456.html>
- Ø Robbert Morris (2003) melalui *Managing Sound Sensitivity in Autism Spectrum Disorder: New Technologies for Customized Intervention*.
- Ø (<http://www.folica.com/hair-101/buying-guides/hair-dryer-guide>)

Ø <http://www.goodfood.com.au/good-food/food-news/din-and-dinner-are-our-restaurants-just-too-noisy-20130805-2r92e.html>



Gambar 3-10 Grafik Perbandingan NC Dan Kebisingan Yang Bisa Diterima Di Dalam Ruang
 Sumber : Mediastika (2005) dan analisis pribadi

Rekomendasi nilai NC pada ruang kelas adalah 30 -35 (untuk penghuni 0 hingga 59siswa), sedangkan jika kelas tersebut menggunakan peralatan mechanical-electrical, maka nilai NC yang disarankan maksimal 25 mengacu pada ANSI S 12.60-2002. Nilai tersebut digunakan pada perancangan ruang kelas pada umumnya dan untuk siswa normal tanpa adanya gangguan/masalah dengan pendengaran NC dengan nilai 30 – 35 setara dengan tingkat kebisingan sebesar 40-45 dBA. Sedangkan NC 25 setara dengan kebisingan 35 dBA..

Ruang kelas bagi anak autisme merupakan ruang yang membutuhkan perencanaan khusus, salah satunya mengenai akustik ruang. Mengingat sebagian anak autisme ada yang sensitif dengan bunyi-bunyian tertentu. Dalam tabel di atas disebutkan bahwa salah satu suara yang mengganggu bagi anak autisme adalah suara bilasan air pada toilet dan nyala kran air yang mempunyai tingkat kebisingan

sebesar 35dB. Nilai 35 dBA ini sama seperti tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh suara bilasan air pada toilet dan nyala kran air yang merupakan salah satu peralatan mechanical-electrical.

Sejauh ini baik dalam jurnal akustik, penelitian-penelitian sebelumnya ataupun dalam buku, belum terdapat standar khusus mengenai perencanaan akustik bagi anak autis, dalam penelitian ini tentang nilai NC dan RT. Mengacu pada penelitian dan batasan sebelumnya serta fakta empiris jika anak autis membutuhkan desain yang khusus, maka nilai NC untuk ruang kelas bagi anak autis dengan jumlah penghuni 0 – 59 siswa, adalah senilai 15-20. Nilai tersebut sama dengan tingkat kebisingan sebesar 25-30 dBA, yang juga sama dengan nilai NC dan batasan kebisingan pada studio rekaman.

Nilai 15 digunakan sebagai batas minimal untuk nilai NC dan diambil berdasarkan ketentuan bahwa ruang kelas untuk anak autis merupakan ruang yang memiliki tingkat akustik yang sangat detail. Nilai 15 untuk NC sama dengan kebisingan sebesar 25 dBA. Hal ini sesuai analisis Egan(1976) yang menyebutkan bahwa rekomendasi ruang untuk yang memiliki tingkat akustik yang sangat detail adalah 15 – 20. Sedangkan batas atas / maksimal NC adalah 20, hal ini mengacu pada syarat nilai NC yang dikeluarkan oleh ANSI S 12.60-2002 bahwa ruang kelas yang di dalamnya menggunakan peralatan mechanical-electrical, nilai NC maksimal adalah 25 yang senilai dengan 35dba. Sehingga batasan atas nilai NC bagi anak autis diambil di bawah nilai 35 dBA, karena pada nilai 35 dBA tersebut, anak autis masih merasa terganggu.

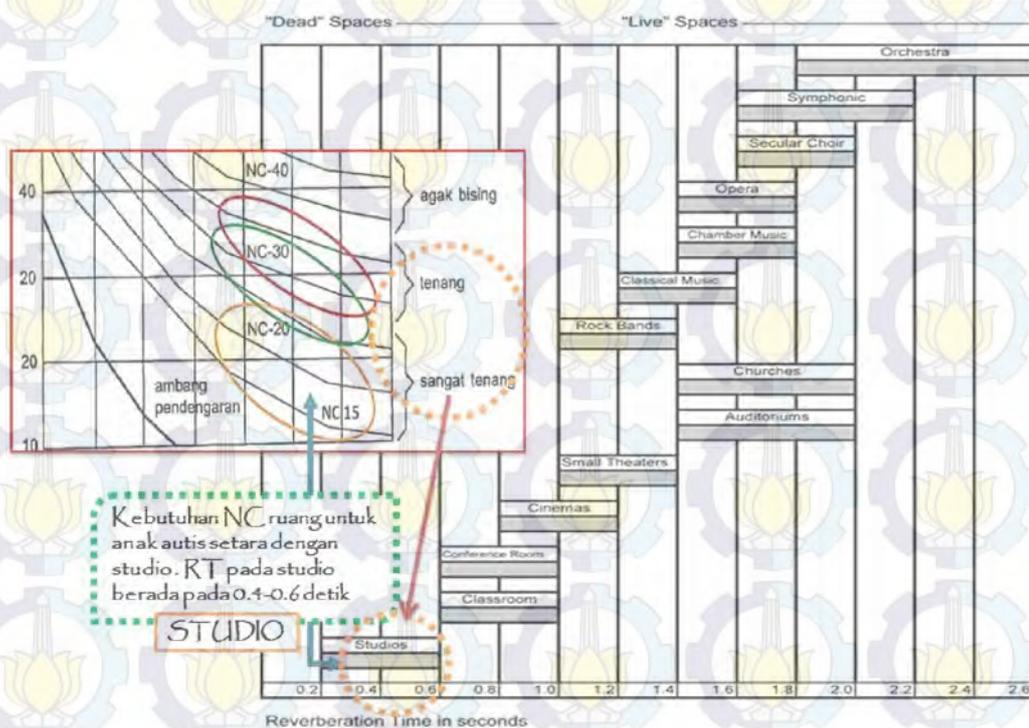
3.8.2.2 Acuan Penentuan RT(Reverberation Time) Bagi Anak Autis

Menurut General Assignment Classroom Design Standards, bahwa nilai waktu dengung untuk sebuah ruang kelas adalah 0.5 – 0.7 detik dan hal ini berlaku untuk ruang kelas bagi siswa normal, dengan perkiraan volume ruang 10,000 cubic feet. Sedangkan dalam jurnal Acoustics in Schools, disebutkan bahwa “Reverberation times (RT) should not exceed 0.4 seconds in classrooms primarily used by hearing disabled students or 0.6 seconds in general classrooms (Accredited Standards Committee, 2002; Committee to Review, 2006;

Crandell & Smaldino, 1999a; Pepi, 1999)“. Sedangkan Doelle (1985 : 87) menyebutkan jika standar RT untuk ruang kelas adalah 0.8 detik.

Pada acuan penentuan NC di atas menunjukkan ruang yang ideal bagi anak autis adalah dengan tingkat kebisingan pada NC 15-20, dimana kondisi tersebut setara dengan kebutuhan NC pada ruang studio rekaman. Studio merupakan ruang dengan tingkat akustik yang lebih baik dan lebih detail jika dibandingkan dengan kebutuhan ruang lainnya.

Sebagian anak autis memiliki permasalahan dengan sensitifitas terhadap bunyi-bunyian tertentu dan pada faktanya yang ada, juga terdapat beberapa anak autis yang juga sebagai penyandang tuna rungu ataupun tuna wicara. Pada gambar 3.11 ini menunjukkan bahwa besaran RT pada studio adalah 0.4-0.6 detik. Keadaan pada kurva lebih tepat untuk kondisi ruang pembicaraan dengan kebutuhan yang lebih tenang hingga sangat tenang dari gangguan kebisingan. Kondisi tersebut digunakan untuk menentukan batasan RT yang harus dipenuhi oleh kelas untuk autis dengan volume ruang maksimal 10.000 cubic feet. Dan nilai RT yang harus dipenuhi oleh kelas khusus autis adalah 0.4 – 0.6 detik.



Gambar 3-11 Perbandingan NC terhadap kebutuhan RT pada ruang
 Sumber : <http://sangpencariilmu.wordpress.com/tag/konser/>

Mediastika (2005) dan analisis pribadi (2014)

Nilai 0.4 digunakan untuk mewakili batas RT yang bisa diterima anak autis dengan gangguan pendengaran. Nilai 0.5 dan 0.6 digunakan untuk anak autis tanpa gangguan pendengaran dan karena tidak semua anak autis memiliki masalah terhadap sensitifitas terhadap bunyi-bunyi tertentu. Alasan lain penentuan nilai tersebut adalah system belajar di kelas khusus untuk siswa autis sangat berbeda dengan siswa normal pada umumnya. Pada kelas yang diperuntukkan khusus bagi siswa autis, cenderung dengan system berkelompok, di mana terdapat satu guru inti dan guru-guru pendamping pada setiap kelompoknya.

3.8.3 Tahap Eksperimen

Tahap Eksperimen terdiri dari beberapa bagian, yaitu :

3.8.3.1 Permodelan

Setelah pengukuran kondisi fisik, masing-masing sekolah digambar ulang secara lengkap mengenai layout dan kondisi jalan sekitar. Setelah itu digambar secara detail denah ruang kelas inklusi yang akan dijadikan objek penelitian. Penggambaran ulang ini menggunakan program Autocad 2007.

3.8.3.2 Perhitungan nilai NR dan TL

Tahap perhitungan nilai TL dan NR dilakukan setelah diketahui nilai L_p Out dan L_p in dari hasil perekaman data akustik selama rentang waktu tertentu. Pengukuran dilakukan di dalam dan di luar ruang dalam waktu yang bersamaan. Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui kualitas akustik yang dipengaruhi kondisi eksisting fasade dan lingkungan sekitar.

Nilai NR diperoleh dengan cara mengurangi intensitas bunyi di luar (L_p out) dengan intensitas bunyi dalam ruang (L_p in). NR menunjukkan jumlah intensitas bunyi yang harus dikurangi berdasarkan kondisi eksisting.

Untuk mendapatkan nilai TL perlu memperhatikan keadaan fasade. Untuk mendapatkan nilai TL yang ideal sesuai kebutuhan, maka perlu adanya

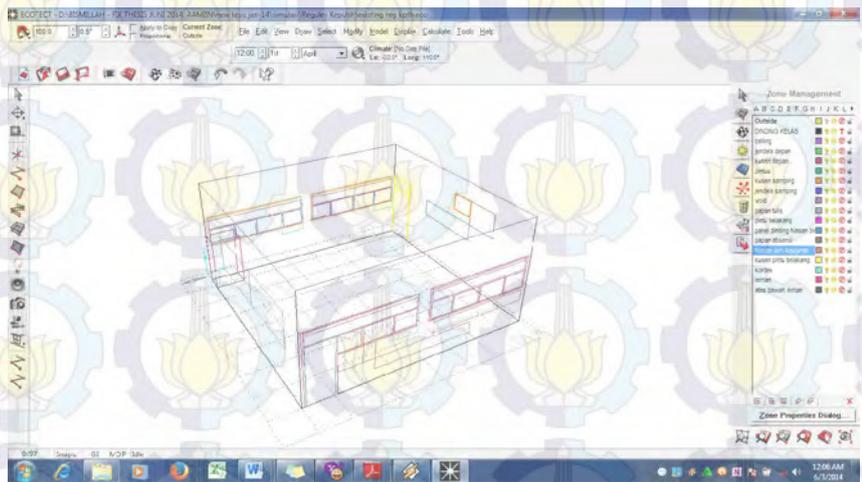
perlakuan terhadap fasade bangunan, meliputi material, luasan dan mempertimbangkan kondisi bukaan.

Fungsi dari perlakuan bukaan dan material eksterior ruang kelas digunakan untuk menentukan nilai sehingga menghasilkan insulasi kebisingan yang baik. Perlakuan bukaan dan material lebih disesuaikan dengan kebutuhan anak autis. Desain bukaan dibuat agar anak autis tidak mudah melihat ke luar namun tetap menjaga kebutuhan akan pencahayaan dan penghawaan alami kelas. Sedangkan material yang digunakan dalam modifikasi dipilih yang aman untuk anak autis yang sensoriknya sensitif terhadap sentuhan.

3.8.3.3 Tahap Simulasi untuk Waktu Dengung (RT).

Setelah pengukuran fisik lapangan dan pengukuran akustik ruang pada objek penelitian, masing-masing hasil observasi sekolah dibawa ke simulasi menggunakan program Ecotect.

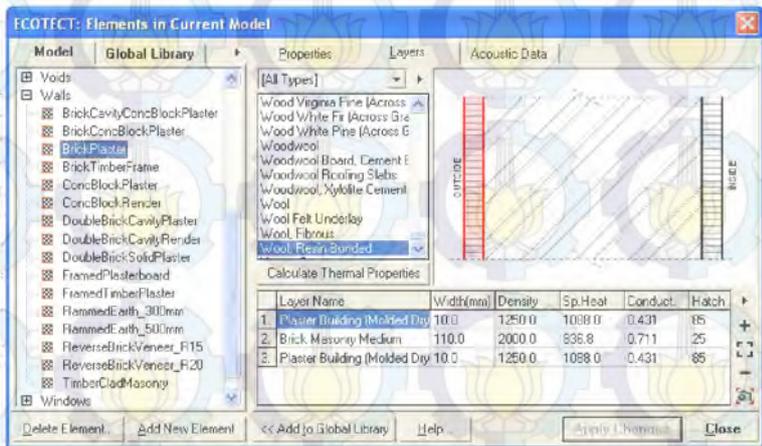
Tahap pertama simulasi adalah penggambaran ulang denah ruang kelas sesuai dengan ukuran aslinya. Untuk memudahkan, jika terdapat bentuk yang rumit, maka disederhanakan tetapi masih menyerupai bentuk asli dari bangunan. Material yang digunakan dalam simulasi diambil dari library Ecotect dan dipilih yang paling mendekati dengan kondisi di lapangan. Setelah pemilihan material, tahap selanjutnya adalah mengisi jumlah penghuni dalam ruang (bisa dicoba dengan presentasi 100% yang artinya sesuai dengan jumlah asli pada tiap-tiap kelas, atau hanya dicoba beberapa persen dari keseluruhan penghuni ditiap kelas). Setelah itu dilakukan running untuk melihat hasil perhitungan simulasi. Jika terdapat kesalahan dalam pemilihan material atau garis denah ada yang rusak, maka akan terdapat pemberitahuan dan harus dibenahi terlebih dulu.



Gambar 3-12 Contoh penggambaran kondisi eksisting ruang kelas



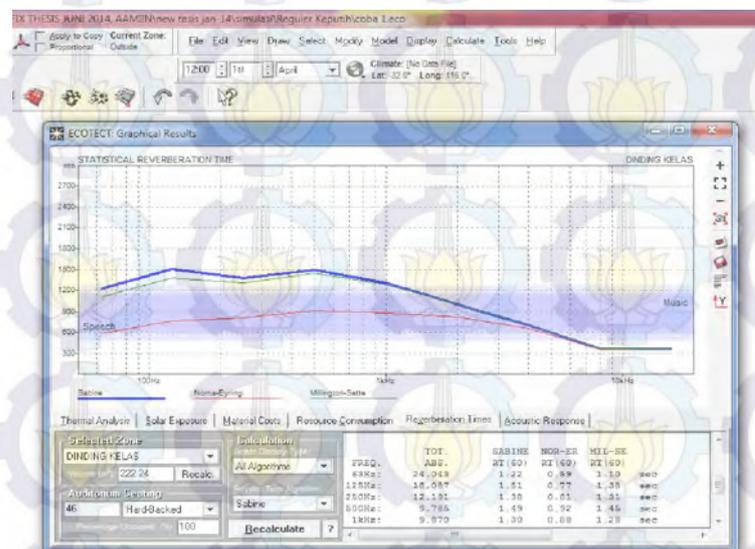
Gambar 3-13 Pemberian material terlihat grafik yang menunjukkan nilai setiap frekuensi



Gambar 3-14 Tampilan layer material yang terpilih
Sumber : Ecotect, 5.5

Setelah didapat hasil akhir dari simulasi, akan muncul nilai yang menggambarkan kualitas akustik dalam ruang kelas. Nilai yang ada bisa mendekati, sesuai atau bahkan jauh dari standar akustik yang telah ditetapkan untuk ruang kelas. Jika terdapat nilai yang masih jauh dari standar, maka akan dilakukan pengolahan ulang dengan cara pemilihan material yang baru. Material dicari yang mampu mendukung kualitas akustik di dalam ruang kelas, sekaligus berfungsi sebagai material insulasi untuk mengatasi kebisingan dari luar.

Treatment material juga dilakukan pada bukaan yang ada di ruang kelas, selain treatment desain lainnya (merubah bentuk atau dimensi bukaan). Treatment pada bukaan nantinya akan memperhatikan keberadaan kondisi lingkungan sekolah yang terkait dengan pencahayaan dan penghawaan (secara alami maupun buatan), sehingga desain baru bukaan tidak memberi dampak yang buruk ruang kelas inklusi tersebut.



Gambar 3-15 Contoh Hasil Running Akan Terlihat Grafik Nilai RT Tiap Frekuensi Dan Tabel Hasil



Gambar 3-16 Contoh grafik perbandingan hasil simulasi RT eksisting dan perlakuan akustik.
Sumber : Ecotect 5.5

Dalam simulasi dilakukan beberapa treatment akustik agar mendapatkan nilai RT yang diinginkan .

1. Tahap pertama, treatment terlebih dulu dilakukan pada perubahan material, yaitu pergantian material dengan dimensi yang masih sama seperti aslinya (total luas serapan bidang masih sama).
2. Tahap kedua adalah penambahan bidang baru dengan material yang sama sesuai material eksisting. Pada tahap ini dipilih material eksisting yang terdapat pada bidang tertentu dan yang memiliki koefisien serap lebih tinggi dari lainnya.
3. Tahap ketiga yaitu penambahan bidang baru pada salah satu elemen ruang dengan material baru.
4. Pengurangan luasan bidang/elemen ruang dan diganti dengan penambahan bidang lain yang menggunakan material baru.

Setelah melalui beberapa tahapan treatment tersebut, maka terpenuhilah nilai RT yang sesuai dengan standar. Meskipun terdapat beberapa tahapan, tidak semua ruang kelas menggunakannya, jika salah satu tahap treatment sudah terpenuhi (misal hanya tahap pertama), maka treatment dianggap sudah berhasil menurunkan nilai RT.

Deskripsi Material Ruangan Kelas Reguler SDN Keputih						
Nama objek	existing		redesign			
	material	Surface area(m2)	material	luas baru	Total luas	keterangan
ceiling	gypsumboard	58.842				tetap
dinding	brickplaster	87.97	brickplaster		31.35	pengurangan dengan pergantian material baru
	Framed Plywood Partition	28.31	gypsumboard partition	56.62		ganti material baru
lantai	ConcFlr Tiles Suspended	58.842				tetap
kusen (pintu jendela)	solid timber	4.433	solid timber	0.902	5.335	penambahan bidang dan material baru
jendela	glass 6mm	7.148	roller blind acoustic	10.44		penambahan bidang dan material baru
Pintu depan belakang	SolidCore_OakTimber 40	3.8	HollowCore Plywood 40mm	3.8		luas sama tetapi ada pergantian material baru
panel dinding belakang	fabric	1.44	fiberglass	2.88		penambahan bidang dan material baru
void		4.59	solid timber	0.902	3.688	pengurangan dengan pergantian material
papan tulis	plastic	5.76				tetap
papan absensi	plastic	1.08				tetap
papan hiasan	plastic	0.439	plastic	0.878	1.317	penambahan bidang dengan material yang sama
bingkai hiasan	playwood	0.084	playwood	0.168	0.252	penambahan bidang dengan material yang sama
map plastik siswa	plastic	2.636				tetap
hiasan jam kejuruan	plastic	0.72				tetap

Gambar 3-17 Contoh deskripsi elemen ruang dan material kondisi existing dan Treatment

3.8.3.4 Tahap Eksperimen Desain Baru

Setelah melakukan treatment pada elemen bangunan (termasuk material dan bukaan, maka akan mendapatkan hasil yang sesuai harapan penelitian. Selanjutnya hasil tersebut dibawa pada proses pembuatan desain baru. Dengan treatment pada elemen bangunan yang sudah menghasilkan nilai yang mendekati standar, selanjutnya adalah pengolahan ruang. Daftar material baru (material pembanding hasil simulasi) akan diolah dalam desain baru, baik mengenai perletakan material, desain bentuk dan warna yang akan ditempatkan dalam kelas. Proses eksperimen desain baru mengacu pada hasil observasi perilaku dan kebutuhan siswa pada ruang inklusi. Antara lain menggunakan bentuk dan warna yang tidak mengundang perhatian bagi siswa penderita autisme. Mengingat penderita autisme yang lebih sensitif, maka desain harus dikerjakan secara hati-hati dan sebisa mungkin tidak membawa dampak buruk pada siswa penderita autisme sehingga tidak mengganggu proses belajar mengajar.

3.9 Metode Analisis Data

Metode analisis digunakan untuk mencari dan menganalisis hubungan antara variabel bebas dan terikat. Analisis dalam penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu :

3.9.1 Analisis Kondisi Jalan, Layout Terhadap Kebisingan Ruang.

Analisis ini meninjau tentang pengaruh kondisi jalan terhadap kebisingan ruang. Meskipun dalam tipe jalan yang sama, tapi masing-masing sample mempunyai kondisi layout dan tingkat keramaian yang berbeda-beda. Analisis kebisingan dipengaruhi oleh tipe jalan dan keberadaan sekolah dalam lingkungannya. Hal lain yang mempengaruhi adalah layout bangunan, dimana orientasi bangunan, letak ruang kelas dan jarak akan berpengaruh terhadap kebisingan yang masuk dalam kelas. Dengan jarak yang sama tetapi orientasi bangunan berbeda, maka hasilnya juga akan berbeda.

Variable yang terkait adalah Background Noise Level (BNL) di mana BNL dipengaruhi oleh tinggi rendahnya kebisingan yang dihasilkan dari aktifitas lingkungan / jalan di sekitar lokasi. Jalan dengan aktifitas lalu lintas yang padat, akan memiliki nilai BNL yang tinggi. Pada hal ini akan dilihat bagaimana perubahan level kebisingan yang terjadi pada waktu-waktu tertentu yang diterima pada fasade dan dalam ruang.

3.9.2 Analisa Pengaruh Fasade Terhadap Kualitas Akustik

Fasade bangunan dapat mempengaruhi kualitas akustik yang ada di dalam ruangan. Fasade berperan sebagai perantara dan penghalang / barrier yang berhubungan langsung antara dalam dan dalam ruangan. Fasade terdiri dari beberapa komponen bidang yaitu bukaan berupa pintu, jendela, ventilasi dan lubang pencahayaan. Masing-masing tersebut memiliki nilai koefisien transmisi bunyi yang berbeda-beda tergantung dari jenis materialnya.

Bukaan dalam sisi akustik menjadi faktor yang memperbesar jumlah kebisingan yang masuk dalam ruang. Keberadaan bukaan akan dianalisis tentang dimensi dan perletakan bukaan. Semakin besar bukaan dan orientasinya yang menghadap jalan, maka nilai kebisingan yang masuk juga akan semakin besar.

Variable yang dipengaruhi oleh adanya bukaan adalah TL, karena bukaan mendukung perambatan bunyi yang masuk ke dalam ruang. Bukaan dalam hal ini adalah pintu, jendela, ventilasi dan pencahayaan (misal penggunaan glassblock).

Karena bukaan memiliki material yang tidak sama dengan dinding yang solid, sehingga memungkinkan bertambahnya kebisingan yang masuk ke dalam ruang.

3.9.3 Analisis Material di Dalam Ruang Kelas

Analisis material pada elemen bangunan dan furniture ruang kelas sangat terkait dengan kemampuannya sebagai pengendali akustik. Seperti penggunaan material penyerap ataupun material pemantul. Material yang digunakan juga harus bisa diaplikasikan dengan maksimal, baik bentuk ataupun warna hingga perletakkannya sesuai dengan kegiatan di dalam kelas.

Pada tahap analisis, semua model eksperimen (sebelum percobaan dan setelah percobaan) akan dibandingkan hasilnya melalui 3 hal tersebut. Analisisnya juga melibatkan teori dan kondisi lapangan sebagai acuan dan pembatas. Agar hasil analisis dan desain baru tidak keluar dari konteks pembahasan.

Variable yang dipengaruhi oleh serapan material adalah TL dan RT (waktu dengung). Material pada semua elemen ruang dan fasade, berperan sebagai pemantul, penyerap ataupun meneruskan suara masuk ke dalam ruang. Dalam RT, material dilihat dari kemampuan serapnya terhadap bunyi. Semakin tinggi nilai koefisien serapnya, maka akan semakin baik kemampuannya. Selain kemampuan serapnya, RT juga dipengaruhi oleh luasan penampang material.

BAB 4

HASIL DAN ANALISA PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengamatan dan Wawancara Kondisi Siswa ABK

4.1.1 SDN Menur Pumpungan

Kelas inklusi di SD Menur Pumpungan sudah lama ada, lebih dari 7 tahun. Guru pembimbing untuk kelas inklusi di sekolah ini adalah ibu Rohimi, S.Pd. Kelas inklusi yang berada di sekolah ini merupakan kelas persiapan bagi siswa berkebutuhan khusus jika dinilai mampu oleh guru pembimbing maka akan dipindahkan ke kelas reguler baik secara penuh ataupun hanya pada mata pelajaran tertentu saja. Menurut guru pembimbing, siswa yang masuk kelas inklusi ditetapkan berdasarkan hasil test IQ dan kondisi belajarnya selama di kelas reguler pada beberapa awal minggu di tahun ajaran baru. Jika hasil test IQ kurang dari standar yang ditetapkan oleh sekolah dan siswa tidak mampu beradaptasi dengan kegiatan pembelajaran (dalam hal kemampuan berkomunikasi, kemampuan akademis dan perkembangan psikisnya), maka siswa disarankan untuk dipindahkan ke kelas inklusi. Selama berada di kelas inklusi, ABK tersebut mendapatkan bimbingan yang penuh dari guru pendamping yang idealnya satu guru mengawasi dua orang siswa. Setelah nantinya dinilai cukup mengalami perkembangan (baik akademis maupun psikis), maka anak akan direkomendasikan masuk ke kelas reguler).

Ruang kelas inklusi sengaja diletakkan tidak berada di lingkungan kelas reguler, agar siswa di dalamnya bisa lebih fokus belajar. Tidak ada perbedaan jam belajar antara kelas inklusi dan kelas reguler, hal ini dimaksudkan agar pada saat jam istirahat / pagi sebelum pelajaran dimulai, siswa di kelas inklusi bisa berinteraksi dengan siswa-siswa lain yang normal, sehingga kemampuan komunikasi dan bersosialisasinya bisa bertambah baik.

Sejauh ini, beberapa siswa berkebutuhan khusus yang berada di kelas inklusi ini salah satunya adalah jenis anak autisme. Pada saat survey berlangsung,

terdapat 2 anak autis yang masih mendapatkan bimbingan khusus karena selain autis, 2 anak tersebut juga mengalami kesulitan berbicara (tuna wicara). Saat ini kedua anak tersebut sudah berada di kelas 4, dan mengikuti kelas reguler saat pelajaran komputer dan agama. Tidak hanya satu kelas reguler yang di dalamnya terdapat siswa berkebutuhan khusus, menurut guru pembimbing inklusi, terdapat beberapa kelas seperti kelas 3, kelas 4 hingga kelas 6. Untuk anak tertentu, ada yang membutuhkan pengawasan langsung seperti anak dengan tingkat emosional yang masih tinggi meskipun secara akademis mampu mengikuti pelajaran.

Di kelas inklusi terdapat beberapa anak kebutuhan khusus, 2 diantaranya adalah anak autis yang sampai saat ini masih mengikuti bimbingan. Selain menderita autis, mereka juga mengalami gangguan dalam berbicara (tuna wicara) tapi masih bisa mendengar dengan jelas. Kedua anak tersebut pada awal masuk kelas inklusi masih menunjukkan sikap yang kasar dan sulit diatur, suka berjalan – jalan di dalam kelas, bahkan sampai disediakan kursi belajar khusus yang didesain dengan kunci agar mereka tidak mudah bergerak sehingga akan mempermudah kegiatan belajar. Setelah beberapa tahun berada di kelas inklusi (pada saat survey dilakukan, saat ini mereka sudah berada di kelas 4) sudah terdapat perkembangan baik secara akademis dan perilaku anak. Mereka mulai bisa mengenal huruf dan angka dan perilaku mereka tidak lagi seperti dulu. Anak mulai memahami kalimat perintah dan mulai mengenal / hafal dengan kebiasaan belajar di kelas, misalnya, hafal dengan guru pembimbing, kebiasaan sebelum belajar (absensi), memahami tugas yang diberikan dan meminta guru untuk menilainya ketika sudah selesai mengerjakan.

4.1.2 SDN Keputih245

Menurut guru pembimbing inklusi, tidak ada persyaratan khusus bagi anak autis agar bisa diterima di kelas inklusi, selain itu juga tidak dibedakan berdasarkan tingkatannya (parah atau tidaknya kondisi anak). Tapi, rata-rata anak autis yang bersekolah di SDN Keputih sudah bisa diajak berinteraksi (komunikasi 2 arah) meskipun belum lancar. Kegiatan belajar siswa inklusi berada pada satu kelas inklusi khusus yang terdapat di lantai 2 dan tidak berdekatan langsung

dengan kelas reguler. Ruang kelas yang berukuran 7.6 x 3.4 m ini dibagi menjadi 2 bagian dengan partisi berupa 2 buah almari. Kegiatan belajar mengajar untuk 3 siswa autis tidak diletakkan dekat dengan pintu masuk, oleh karena itu, almari selain sebagai partisi juga berfungsi sebagai penghalang pandangan siswa ke autis ke luar ruangan, sehingga proses belajar mengajar bisa lebih maksimal. 3 siswa autis yang berada di program inklusi masing-masing berbeda tingkatan kelasnya.

4.1.3 Ruang kelas ideal untuk kelas inklusi.

Menurut guru pembimbing inklusi, ruang kelas inklusi sebaiknya tidak berada di area publik yang ramai yang akan memicu keramaian sehingga mengganggu anak di dalamnya (efek kebisingan suara hingga polusi udara). Tata letak furniture tidak dihadapkan ke jendela atau pintu yang mempunyai akses keluar, karena anak autis mudah sekali terganggu konsentrasinya dan selalu punya keinginan untuk melihat segala aktifitas di luar ruangan. Jika ruangan tidak memungkinkan, sebisa mungkin terdapat partisi antara area duduk dan bukaan pada ruangan, sehingga bisa mengurangi keinginan siswa untuk melihat ke luar.

Material yang digunakan untuk elemen interior maupun furniture sebaiknya menggunakan material yang aman, halus sehingga tidak berpotensi melukai, karena banyak anak autis yang banyak gerak dan sulit untuk duduk diam. Selain itu, pemilihan material hendaknya dengan warna-warna yang cerah, agar membuat anak tertarik dan semangat untuk belajar.

Setiap sekolah inklusi dengan program inklusi bagi anak autis, seharusnya memiliki sebuah ruang terapi khusus, karena di sekolah tidak hanya mengenai kemampuan akademis si anak, tapi juga perkembangan psikis dan motorik si anak. Sehingga nanti saat kelulusan, diharapkan bisa mencapai kemampuan akademis yang baik dan lebih mandiri.

4.1.4 Kemungkinan siswa autis mengikuti kegiatan reguler

Siswa berkubutuhan khusus seperti anak autis, bisa mengikuti kelas reguler. Karena pada dasarnya kelas inklusi adalah kelas persiapan untuk mereka belajar agar bisa berinteraksi dan beradaptasi dengan lingkungan sekitar.

Meskipun sejauh ini tidak terdapat standar/syarat khusus agar siswa autis bisa mengikuti kelas reguler. Salah satu yang menjadi wacana bagi guru kelas ataupun guru pendamping untuk mengizinkan anak autis berada di kelas reguler adalah perkembangan anak baik secara akademik maupun non akademik (sudah mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitar, Misalnya diajak berbicara secara dua arah, mulai mengerti perintah / larangan dari untuk suatu hal).

4.1.5 Kondisi siswa ABK (autis) Terhadap Ruang Kelas.

Siswa autis pada kedua objek penelitian ini cenderung aktif dan mudah tertarik dengan benda-benda di sekitarnya. Benda dengan bentuk tertentu dan dengan warna yang cerah akan lebih menarik perhatiannya dan melupakan kegiatan sebelumnya. Ruang kelas inklusi yang berada di kedua objek belum memenuhi kebutuhan anak autis. seperti ruangan masih banyak dengan bukaan dengan dimensi yang cukup besar dan letak jendela yang mudah dijangkau oleh anak (tidak terlalu tinggi dari lantai, rata-rata hanya setinggi 75cm dari lantai). Letak dan material bukaan (jendela) yang terbuat dari kaca memudahkan anak untuk menjangkaunya dan tertarik untuk melihat keluar. Material kaca menyebabkan suara kebisingan dari luar merambat masuk dengan mudah, karena kaca relatif tipis hanya setebal 6mm. Selain itu, kaca juga memudahkan anak – anak melihat keluar, karena ada bunyi dari luar yang didengar. Meskipun letak kelas inklusi pada kedua objek diletakkan terpisah dari ruang lain dan jauh dari area playground, tapi orientasi ruang kelas yang menghadap ke jalan menjadikan sesuatu yang menarik bagi anak-anak karena banyak kendaraan yang melintas.

Ruang kelas inklusi dengan dimensi yang kecil dengan luasan total yang tidak mencapai $25m^2$ menyebabkan letak furniture saling berdekatan dan ruang gerak siswa menjadi sangat terbatas. Hal ini dijumpai di ruang kelas inklusi SDN Menur Pumpungan yang terbagi menjadi dua bagian area belajar.

4.2 Data Lapangan

Data lapangan dalam penelitian ini diperoleh berdasarkan observasi langsung yang dilakukan pada objek terpilih. Objek yang terpilih berdasarkan

pada kriteria yang sudah ditetapkan, seperti sekolah inklusi yang menyediakan ruangan untuk kelas inklusi, kondisi jalan di sekitar bangunan dan kondisi fisik bangunan sekolah. Observasi lapangan dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap observasi kondisi fisik objek (sekolah dan ruang kelas inklusinya) dan kegiatan belajar mengajar di ruang kelas inklusi. Dari 52 daftar SDN Inklusi yang terdapat di Surabaya, akhirnya dipilih 2 SDN Inklusi yang digunakan sebagai objek penelitian. Ketiga SD tersebut adalah :

4.2.1 SDN Menur Pumpungan

Pengambilan data lapangan pada SDN Menur Pumpungan dilakukan pada tanggal 4 Mei 2013. SDN Menur Pumpungan yang berada di Jl. Menur Pumpungan 28 dan Jl. Manyar Kartika VIII pada salah satu sisinya ini merupakan salah satu SDN Inklusi Mandiri di Surabaya. SD ini dipilih karena memiliki lokasi yang cukup dekat dengan jalan. SDN Menur Pumpungan mempunyai program khusus bagi anak berkebutuhan khusus (ABK), dimana salah satu diantaranya adalah anak autis.



Gambar 4-1 Site plan SDN Menur Pumpungan di antara beberapa fasilitas umum dan area perumahan



Gambar 4-2 Tampak depan (akses masuk SDN Menur Pumpungan)

SDN Menur Pumpungan berada di kawasan padat lalu lintas sepanjang harinya. Terletak di Tipe-II jalan kolektor sekunder yang merupakan jalan dua arah dan akses ke beberapa fasilitas umum seperti terminal, rumah sakit, area bisnis, fasilitas pendidikan, perumahan hingga apartmen. Karena dilalui oleh dua arus sekaligus, maka keadaan lalu lintas pada jam-jam tertentu sangat padat. Lalu lintas paling padat terjadi pada pagi hari saat jam 6 - 8 dimana jam tersebut banyak orang berangkat kerja ataupun sekolah, pada siang hari di saat jam makan siang dan saat sore hari.

Padatnya lalu lintas kendaraan pada jam-jam tertentu mempengaruhi kebisingan di beberapa ruang kelas yang letaknya berdekatan (sejajar) dengan jalan, apalagi dengan jarak yang sangat dekat yaitu 2.25 m (pada sisi bangunan yang berada di jalan Menur Pumpungan 28) dan tidak adanya penghalang atau peredam kebisingan yang masuk ke dalam ruangan kelas. Pagar yang mengelilingi sepanjang bangunan dengan tipologi L membelakangi jalan, hanya berupa dinding batu bata lapis plester setinggi 75 cm dan dikombinasikan dengan besi setinggi 1m. Total ketinggian dari pagar ini sama seperti sebuah mobil, sehingga tidak mampu menjadi penghalang kebisingan. Sedangkan pada sisi bangunan yang berada di jalan Manyar Kartika VIII, pada ruang kelas inklusi, kebisingan lebih disebabkan oleh kegiatan lalu lintas karena ruang kelas bersebalahan langsung dengan jalan tanpa adanya pagar sebagai penghalang ataupun penyerap kebisingan.

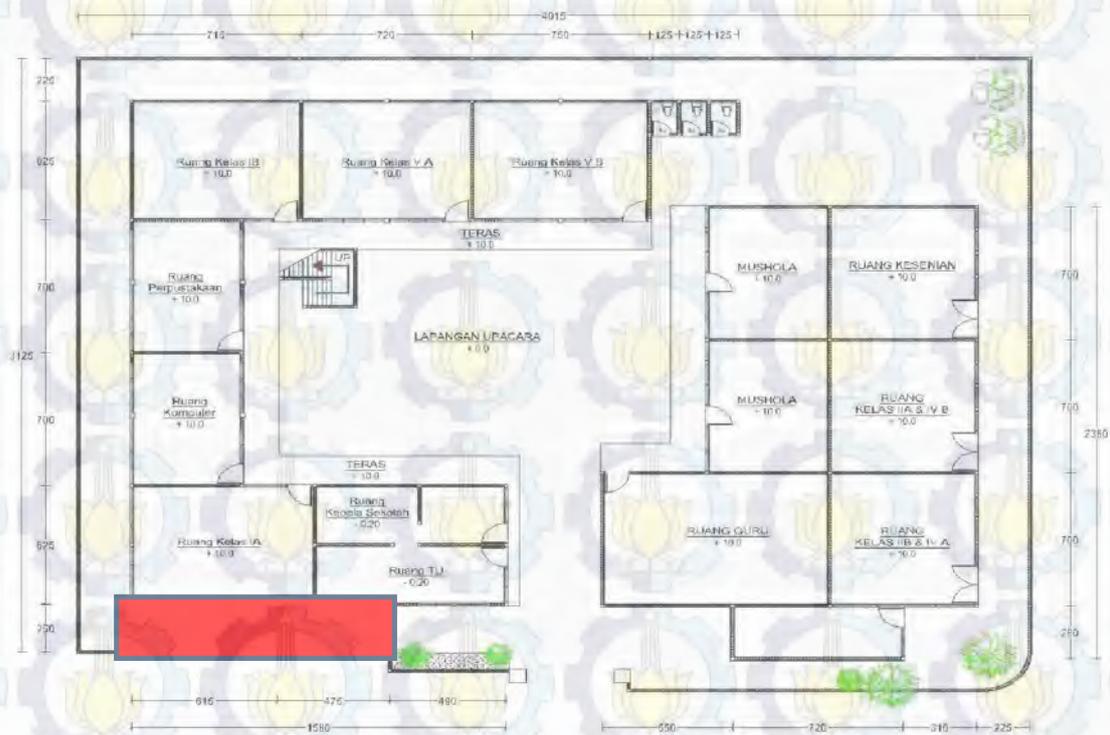


Gambar 4-3 Pagar pembatas yang rendah pada sisi bangunan tipologi L (pada jalan Menur Pumpungan)



Gambar 4-4 Letak jalan terhadap bangunan .

SDN Menur Pumpungan mempunyai beberapa bagian bangunan yang terpisah. Dengan tipologi bangunan yang merupakan perpaduan U dan L yang saling berhadapan. Sebagian besar bangunan terletak pada Jalan Manyar Kartika VIII, yang merupakan jalan perumahan yang menuju ke arah jalan Menur Pumpungan 28. SDN Menur Pumpungan ini terdiri dari 12 ruang kelas regular dan 1 ruang kelas khusus inklusi serta beberapa ruangan pendukung seperti ruang Guru, kantor Kepala Sekolah, ruang Tata Usaha, ruang Komputer, ruang perpustakaan, ruang Kesenian, dan 2 Mushola.



Gambar 4-5 Denah Existing SDN Menur Pumpungan dengan kelas sebagai objek (Tanda merah)

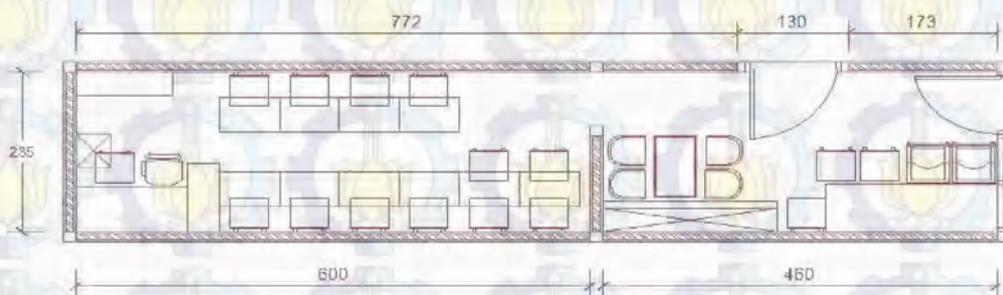


Gambar 4-6 Area Pintu masuk berhadapan langsung dengan Kampus STESIA

4.2.1.1 Ruang Kelas Inklusi

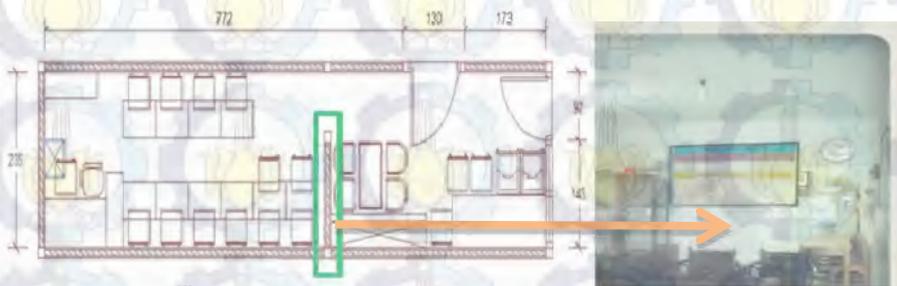
Ruang kelas inklusi terletak di bagian depan, dekat dengan pintu masuk utama dan bersebelahan dengan jalan (gambar 4.5). Ruang kelas inklusi yang sengaja diletakkan berdampingan dengan ruang Tata Usaha dan ruang Guru serta terpisah dengan ruang kelas reguler lainnya agar tidak terlalu terganggu dengan kondisi sekitarnya dan mudah dalam pengawasannya. Ruang kelas inklusi ini digunakan untuk 14 siswa berkebutuhan khusus, mulai dari siswa terbelakang

mental hingga anak autis dan disertai oleh beberapa guru pendamping yang mengampu 2 hingga 3 siswa. Ruang kelas inklusi terpisah menjadi 2 bagian dengan dimensi ruang yang berbeda.



Gambar 4-7 Layout Ruang kelas inklusi

Kebisingan yang terjadi pada kelas inklusi terjadi karena beberapa hal, yaitu kondisi lalu lintas dari dua jalan yang berada di dekat ruang kelas, yaitu aktifitas di jalan Menur Pumpungan no.28 dan jalan Manyar Kartika VIII. Kedua jalan ini terlihat padat pada jam-jam tertentu. Pada jalan Menur Pumpungan, jenis kendaraan yang melewatinya lebih beragam (seperti adanya truk besar dan mobil ekspedisi) jika dibanding dengan jalan Manyar Kartika VIII yang lebih banyak dilewati oleh kendaraan pribadi (sepeda motor dan mobil) meskipun lebar jalannya relatif sama. Kebisingan yang terjadi sebagai akibat aktifitas lalu lintas pada dua jalan tersebut masuk ke kelas inklusi melalui bukaan yang terdapat di dinding depan kelas (melalui pintu dan jendela yang selalu terbuka di saat jam pelajaran berlangsung) dan melalui lubang ventilasi (roster) serta lubang pencahayaan pada sisi dinding kelas yang bersebelahan langsung dengan jalan. Selain kebisingan dari aktifitas lalu lintas, kebisingan juga disebabkan oleh aktifitas belajar mengajar di dalam kelas. Karena di dalam ruang kelas inklusi ini dipakai siswa kelas 1 hingga siswa kelas 6 secara bergabung dan diasuh oleh beberapa guru pendamping. Ruang kelas yang hanya dibatasi oleh partisi dinding batu bata plester dengan finishing cat warna putih sehingga kebisingan antara kegiatan kelompok siswa satu dengan lainnya bisa saling mengganggu.



Gambar 4-8 Partisi antara dua kelompok belajar di kelas inklusi



Gambar 4-9 Roster (lubang ventilasi) dan glass block sebagai sarana masuknya kebisingan ke dalam kelas



Gambar 4-10 Pengaturan fasilitas belajar (meja dan kursi) yang berdekatan menjadi salah satu penyebab kebisingan di dalam kelas

Material yang terdapat pada ruang kelas inklusi ini didominasi oleh keramik yang terdapat pada lantai dan sebagian dinding di setiap sisinya. Selain itu juga banyak material kayu solid dan rotan pada furniture (kursi, meja dan almari), dan karet pada puzzle mainan yang ditempelkan mengililingi ruang kelas. Papan absensi, papan tulis dan papan pengumuman kegiatan menggunakan material white board dan dengan profil kayu serta ada yang menggunakan

stainless steel. Langit-langit yang rendah pada ruang kelas inklusi secara keseluruhan menggunakan material gypsum board.



Gambar 4-11 Contoh penggunaan material kayu solid pada hampir semua furniture ruang kelas



Gambar 4-12 Penggunaan material karet pada puzzle huruf dan angka



Gambar 4-13 Penggunaan material keramik pada lantai dan dinding

Material yang digunakan pada ruang kelas dan luar ruangan akan mempengaruhi kualitas akustik di dalam kelas, karena setiap material memiliki fungsi yang berbeda, baik sebagai material penyerap maupun pemantul suara

dengan kualitas yang berbeda. Kualitas material dapat dilihat berdasarkan koefisien nilai serapnya pada frekuensi yang berbeda-beda.

4.2.1 SDN Keputih 245

SDN Keputih merupakan salah satu SDN Inklusi mandiri yang beralamat di Jalan Arief Rahman Hakim yang merupakan jalan tipe-II kolektor sekunder. Kegiatan lalu lintas jalan ini setiap harinya sangat padat karena jalan Arief Rahman Hakim merupakan jalan untuk akses ke beberapa tempat, mulai dari sekolah (SD Petra, Vita School, SD Muhammadiyah), kampus (ITS, Univ. Hang Tuah, Univ. WR Supratman), rumah sakit (RS Putri dan RS Onkologi), pemukiman hingga perumahan mewah.

SDN Keputih 245 berada di lingkungan pemukiman dan fasilitas umum. Di sebelah barat bangunan terdapat jalan Gebang Putih dan sebuah gedung pertemuan. Pada pertemuan jalan ini terkadang ramai, karena banyak orang yang akan menyebrang. Sedangkan di selatan SDN yang berseberangan terdapat SD Petra dan jalan masuk ke perumahan Galaxy serta sebuah Pom bensin di sisi barat daya. Di sebelah Utara bangunan, merupakan kompleks sekolah (TK) dan kantor administrasi pemerintahan.



Gambar 4-14 Site plan SDN Keputih 245

Pada jam-jam tertentu, di pagi hari antara jam 6 hingga jam 8 dan sore hari sekitar pukul 4 hingga 6, jalan di depan SDN dipadati oleh kendaraan pribadi

seperti mobil dan sepeda motor serta angkutan umum. Kepadatan lalu lintas tersebut karena merupakan jam berangkat kerja/sekolah dan jam pulang, selain itu juga karena jenis jalan yang merupakan jalan dengan dua arah sekaligus. Pada siang hari, kondisi jalan relatif lebih sepi dan tidak jarang juga dilalui oleh kendaraan berat seperti truk ataupun mobil ekspedisi. Kebisingan lalu lintas terjadi karena seringnya terdengar deru kendaraan dan klakson jika terdapat kemacetan.



Gambar 4-15 Tampak depan SDN Keputih 245



Gambar 4-16 Kondisi jalan di depan SDN Keputih 245

Bangunan SDN Keputih 245 ini memiliki tipologi I menghadap ke arah jalan. Semua ruangan memiliki akses bukaan (pintu, jendela dan ventilasi) yang mengarah ke jalan. Bangunan SD memiliki jarak yang cukup jauh dari jalan jika dibandingkan dengan 2 SD sebelumnya. Di depan kompleks bangunan, terdapat lapangan upacara sekaligus menjadi area play ground disaat jam istirahat dan sebuah lapangan badminton di halaman barat daya sekolah. Dimensi dari halaman yang menjadi lapangan upacara dan badminton ialah memanjang mengikuti tipologi bangunan. Jarak antara dinding bangunan dan pagar adalah 7.95m. Sedangkan jarak antara pagar dan jalan adalah 9m.

Bangunan SD ini merupakan bangunan 2 lantai dan mempunyai 8 ruang kelas regular dan sebuah ruang kelas inklusi yang letaknya berada dilantai 2 serta terpisah dari ruang kelas regular lainnya. Ruangan lainnya adalah Ruang guru, kantor kepala sekolah, ruang koperasi, mushola, perpustakaan, ruang uks, lab. komputer dan gudang.

4.2.2.1 Ruang Kelas inklusi

Ruang kelas inklusi mempunyai dimensi ruang panjang 7.6 m, lebar 3.55m dan tinggi 3.8 m. Ruang kelas memanjang ke sisi Utara-Selatan dan adanya jendela yang memanjang pada kedua sisi tersebut. Di ruang kelas ini terdapat dua kelompok belajar yang hanya dibatasi oleh almari sebagai partisinya. Kondisi ruang kelas yang tidak terlalu luas disebabkan adanya penyimpanan beberapa papan tulis dan matras pada salah satu sisi dindingnya. Pada kelompok belajar yang berdekatan dengan pintu masuk kelas, terdapat 5 meja belajar panjang dan 4 kursi panjang yang digunakan oleh 8 siswa. Sedangkan dibalik partisi / almari terdapat 2 meja belajar untuk 4 siswa.

Kebisingan yang terjadi di dalam kelas inklusi sedikit banyak disebabkan oleh kegiatan lalu lintas yang ada di depannya. Jendela dan ventilasi yang mengarah ke jalan juga menjadi faktor penyebab masuknya kebisingan ke ruangan, karena material bukaan adalah kaca dan daun jendela yang selalu dibuka sepanjang hari. Kegiatan belajar mengajar di dalam kelas juga menyebabkan

kebisingan karena dua kelompok belajar hanya dibatasi oleh almari dan terdapat banyak celah kosong sebagai perambat kebisingan.



Gambar 4-17 Dua kelompok belajar di kelas inklusi dipisahkan oleh almari (sebagai partisi)

Material yang berada pada ruang kelas inklusi nantinya juga akan mempengaruhi kualitas akustik ruang. Pada kelas inklusi ini memakai material keramik pada lantai, untuk dinding menggunakan batu bata plester finishing cat dan gypsum board pada ceiling. Kayu solid menjadi material yang digunakan untuk furniture, pintu dan kusen. Papan tulis berupa white board dengan profil stainless steel dan matras yang dilapisi oleh kulit sintesis.



Gambar 4-18 Jenis jendela di Kelas Inklusi



Gambar 4-19 Material kayu pada furniture dan kusen



Gambar 4-20 Penyimpanan Papan Tulis Dan Matras Di Salah Satu Sisi Ruang

4.3 Simulasi Reverberation Time (RT) Menggunakan Software Ecotect

Salah satu variabel yang dicari dalam penelitian ini adalah waktu dengung / Reverberation Time (RT). RT digunakan untuk mengetahui waktu peluruhan dari sumber bunyi ke penerima. Standar waktu dengung (RT) yang digunakan untuk ruang kelas adalah 0.6 detik. Standar ini digunakan pada ruang kelas reguler, sedangkan untuk ruang kelas inklusi dimana terdapat anak autis, nilai RT yang diharapkan bisa lebih rendah. Hal tersebut dikarenakan pembicaraan (sistem belajar mengajar) pada ruang kelas inklusi berbeda dengan kelas reguler. Jika di kelas reguler, satu guru mengawasi lebih dari 20an siswa, maka di kelas inklusi, setidaknya satu guru hanya mengawasi 2 hingga 3 siswa. Jadi kegiatan pembicaraan (speech) tidak dalam lingkup yang luas, karena lebih sering dilakukan secara berkelompok dan dengan jarak yang dekat. Terlebih lagi komunikasi dengan anak autis juga membutuhkan perhatian lebih, misalnya harus menatap/memandang lawan bicara (anak yang bersangkutan) dan pengulangan kata sampai anak memahami maksud guru.

Penilaian RT menggunakan metode Sabine (sub bab 2.5.4), karena merupakan metode yang paling sering digunakan pada penelitian-penelitian sebelumnya. Sedangkan persyaratan yang dibutuhkan untuk RT bagi ruang kelas anak autis sebesar 0.4-0.6 detik (sub bab 3.8.2.2).

4.3.1 Simulasi Ruang Kelas Inklusi SDN Keputih 245

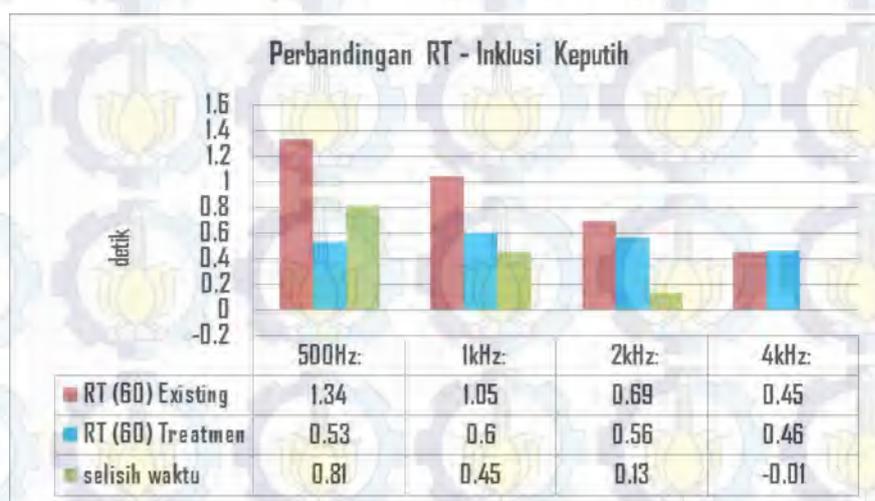
Ruang kelas Inklusi ini mempunyai volume sebesar 99.080 m³ dengan total luas serapan 158.950 m² yang merupakan gabungan luasan serapan seluruh

material di dalam ruang. Dari simulasi yang dilakukan, diasumsikan penghuni untuk ruang ini adalah 12, sesuai dengan jumlah tempat duduk yang ada. Karena menurut salah seorang guru saat pengamatan pertama kali, kondisi kelas bisa sewaktu-waktu berubah, bisa terdapat murid tambahan atau siswa autis yang sudah bisa masuk ke kelas reguler, terkadang mengikuti bimbingan belajar di kelas inklusi. Karena batasan frekuensi yang digunakan dalam penelitian adalah 500 – 4000Hz, maka grafik yang dibuat hanya sesuai dengan batasan.

Hasil dari simulasi RT ini bisa dilihat pada tabel dan grafik seperti berikut:

Tabel 4-1 Perbandingan Luasan Serapan Material Kelas Inklusi SDN Keputih 245

FREQ.	Total Abs. Existing (m ²)	Total Abs. Treatment(m ²)
500Hz:	7.027	25.997
1kHz:	6.086	21.05
2kHz:	6.772	19.313
4kHz:	8.691	20.084



Gambar 4-21 Grafik RT Perbandingan RT (60) Sabine Ruang Kelas Inklusi SDN Keputih 245

Nilai RT pada frekuensi 500 Hz sebesar 1.34 detik dan berangsur turun ketika pada frekuensi yang tinggi, yaitu menjadi 0.45 detik di frekuensi 4000Hz. Keberadaan penghuni di dalam kelas, tidak mampu secara signifikan menurunkan

nilai RT secara keseluruhan. Nilai RT yang seharusnya dipenuhi adalah 0.4-0.6 detik, sedangkan hasil simulasi existing melebihi dari batas yang ditentukan, sehingga perlu adanya treatment/perlakuan akustik guna menurunkan nilai RT.

Nilai RT yang tinggi pada kelas ini tidak terlalu bermasalah karena penerimaan suara tidak berlangsung seperti kelas pada umumnya. Area belajar siswa di kelas ini lebih kecil ditambah lagi dengan kondisi siswa autis harus lebih diperhatikan dalam hal komunikasi. Kebisingan dari luar secara langsung terhalangi oleh keberadaan almari yang mempunyai pengaruh dalam penyerapan kebisingan. Pada frekuensi tinggi, rendahnya nilai RT dipengaruhi oleh banyaknya material serap pada ruang, seperti adanya material kayu, plywood, matras busa yang dilapisi oleh kain penutup kulit sintesis/ bahan fabric.

Setelah melakukan treatment pada ruang kelas inklusi, maka diperoleh hasil RT baru yang sesuai dengan standar. Besarnya waktu yang berhasil diturunkan antara 0.13 detik – 0.81 detik. Pada nilai RT baru di frekuensi 500Hz turun menjadi 0.53 detik dan menjadi 0.56 pada frekuensi 2000Hz.

Bertambahnya luasan serapan material (tabel 4.1) dan penurunan waktu dengung (RT) dikarenakan adanya penambahan material dan penambahan bidang baru yaitu berupa roller blind (2.96 m^2) dengan bahan dasar plastic pada jendela bagian depan, dan sebuah penambahan papan panel sebagai hiasan yang memakai material cork sebesar 4.64 m^2 . Selain itu juga terdapat penggantian material pintu yang semula menggunakan solid coar timber diganti dengan HollowCore_Plywood 40mm. Ketiga material yang digunakan dalam perlakuan akustik tersebut memiliki nilai serapan () sama, yaitu 0.25 di frekuensi sedang 500Hz dan 0.14 pada frekuensi tinggi 4KHz. Sehingga bunyi yang diserap akan semakin besar sehingga waktu dengung semakin berkurang.

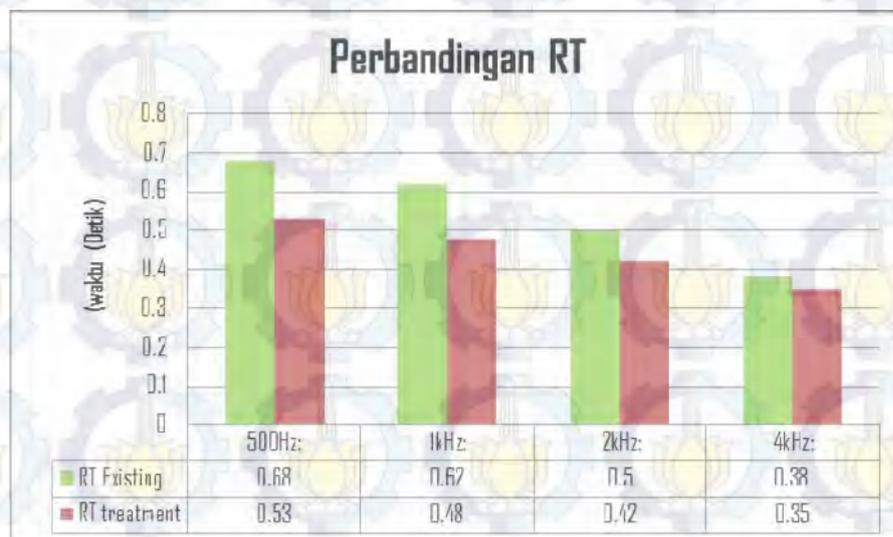
4.3.2 Simulasi Ruang kelas inklusi SDN Menur Pumpungan

Dibandingkan dengan ketiga kelas lainnya, kelas inklusi SDN Menur Pumpungan ini memiliki bentuk ruang yang lebih kecil dan memanjang dengan sisi dinding langsung bersebelahan dengan jalan raya. Ruang kelas ini memiliki volume sebesar 62.570 m^3 yang digunakan oleh 23 termasuk siswa dan para

pengajarnya. Total luas serapan (A) ruang adalah 161.685 m² pada kondisi awal. Setelah melakukan simulasi dengan pendekatan sesuai kondisi existing dan treatment, maka diperoleh hasil seperti berikut ini :

Tabel 4-2 Perbandingan luasan serap material

FREQ.	Total Abs. Existing (m ²)	Total Abs. Treatment (m ²)
500Hz:	7.791	12.255
1kHz:	7.789	13.096
2kHz:	7.336	12.796
4kHz:	8.835	14.533



Gambar 4-22 Grafik RT Kelas Inklusi SDN Menur Pumpungan

Pada kondisi existing, ruang kelas inklusi mempunyai RT sebesar 0.68 detik pada kondisi 500Hz. Jika dilihat dari kebutuhan kelas inklusi, nilai yang terdapat pada kondisi existing belum mencukupi walaupun selisih waktu tidak terlalu jauh, sehingga perlu adanya penurunan waktu dengung hingga mencapai nilai yang tidak melebihi 0,6 detik. Setelah adanya treatment pada ruang kelas, nilai RT yang ditunjukkan menjadi turun. Pada frekuensi 500 dan 1000Hz

menjadi 0.53 dan 0.48 detik. Perlakuan yang dilakukan adalah dengan menambahkan bidang baru dengan material lama. Material yang digunakan untuk bidang baru adalah rubber 1.2cm.

Baiknya nilai RT yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh banyaknya jenis material penyerap yang baik yang terdapat pada elemen bangunan (data terlampir). Dinding ruang kelas menggunakan banyak hiasan berupa puzzle karet yang memiliki koefisien serapan yang tinggi. Selain puzzle karet, material yang membantu menghasilkan nilai RT yang baik pada kelas ini adalah banyaknya menggunakan kayu solid (pada meja, kursi lemari) dan plywood pada sebagian almari. Meskipun nilai koefisien kayu solid dan plywood tidak sebesar puzzle karet, tetapi masih lebih baik jika dibandingkan dengan material dinding batu bata plester dalam penyerapan bunyi.

4.4 Hasil Pengukuran Akustik Dan Kemampuan TL Ruang Kelas

4.4.1 Kelas Inklusi SDN Keputih 245

Pengukuran dimulai dari kelas inklusi pada hari Rabu, 6 November 2013. Dari jadwal yang ditetapkan yaitu pukul 07.10, ternyata kegiatan di kelas inklusi dimulai pukul 07.30. hal ini dikarenakan kelonggaran pihak sekolah terhadap siswa inklusi. Setelah ditentukan dan diukur titik ukurnya, SLM diletakkan di dalam dan di luar kelas secara sejajar. Peletakan SLM di depan jendela bertujuan karena ingin mengetahui kebisingan langsung yang merambat masuk melalui bukaan. Sedangkan di dalam kelas, SLM diletakkan pada triport dengan ketinggian kurang lebih 1.5m dari permukaan lantai.

Kebisingan pada pagi hari antaram jam 07.00-10.00 lebih banyak didapatkan dari kebisingan lalu lintas dan adanya suara musik dari ruang di dekat kelas inklusi. Sedangkan pada jam 10, kebisingan bertambah lagi karena adanya mata pelajaran menyanyi yang dilakukan di koridor bawah, namun suaranya cukup keras dan jelas terdengar dari titik pengukuran, karena tepat berada di bawah titik pengukuran. Pada jam 11, diketahui bahwa SLM yang terdapat di dalam kelas mengalami perubahan posisi dari tempat semula dan dalam keadaan off, sehingga diputuskan untuk melakukan pengukuran ulang keesokan harinya. Pada hari

kedua pengukuran, Kamis 7 November 2013, kebisingan yang ada seperti hari sebelumnya, yaitu dari jalan raya, kegiatan di play ground, keramaian di sepanjang koridor pada saat jam istirahat dan beberapa kali saat jam pergantian pelajaran. Pengukuran diakhiri pada pukul 12 dimana diasumsikan jam belajar sekolah berakhir. Hasil pengukuran terbagi dalam 2 yaitu kebisingan luar dan yang masuk merambat ke dalam.

Tabel 4-3 Hasil Pengukuran Akustik Kelas Inklusi SDN Keputih 245

Hasil Pengukuran Existing Kelas Inklusi SDN Keputih pada 07/11/2013						
frekuensi (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
LP out	85.40	81.47	81.18	80.15	77.89	81.29
LP In	62.50	62.90	61.20	59.90	53.10	46.90
NR	22.90	18.57	19.98	20.25	24.79	34.39

Intensitas bunyi di luar (LP Out) paling besar saat pada frekuensi 125Hz yaitu 85.40 dB dan semakin besar frekuensi akan semakin menurun. Hal serupa juga terjadi di dalam ruang kelas. Pada objek ini, nilai LP out dipengaruhi oleh tingginya kegiatan lalu lintas di depan sekolah (meskipun jarak jalan dan kelas sangat jauh). Jalan raya Arif Rahman Hakim merupakan jalan yang menghubungkan beberapa pemukiman dan banyak sarana public seperti kampus, rumah sakit, kantor pemerintah dan sekolah, sehingga jalan yang terdiri dari dua arah ini sangat ramai terutama pada jam-jam tertentu (saat mulai beraktifitas, siang dan saat jam pulang kerja). Selain itu, tingginya nilai LP out juga dipengaruhi oleh kegiatan yang berasal dari dalam lingkungan sekolah, yaitu kegiatan olahraga/senan, kelas music yang diadakan di koridor tepat di bawah kelas Inklusui, kegiatan di saat jam istirahat serta saat pergantian jam pelajaran (karena perbedaan jadwal antara kelas inklusi dan reguler).

Dari pengukuran existing ruang, diperoleh nilai NR (Noise Reduction) yang merupakan pengurangan kebisingan/intensitas bunyi dari hasil pengukuran di dalam dan di luar. Dapat diketahui dengan cara mengurangi hasil intensitas bunyi luar (LP out) dengan LP in pada masing-masing frekuensi (pada tabel).

Pengurangan bunyi terbesar terdapat pada frekuensi 4000Hz dengan nilai 34.39 dB.

Kelas inklusi membutuhkan kualitas NC pada nilai 15 (sub bab 3.8.2.1), yaitu tingkat kebisingan ruang kelas yang mampu diterima oleh anak autis pada nilai 15 dBA untuk setiap frekuensi yang dibawa pada grafik NC untuk mendapatkan nilai setara dB.

Lp indoor disesuaikan dengan kebutuhan NC pada kelas inklusi, yaitu NC 15. Nilai NC 15 dibawa pada grafik NC di setiap frekuensi, sehingga dapat diketahui berapa nilai intensitas bunyi dalam ruang disetiap frekuensi. Setelah mendapatkan masing-masing nilai disetiap frekuensi, maka NR baru dapat dihitung dengan cara mengurangi LP out dengan LP indoor. Hasil intensitas bunyi dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4-4Kebutuhan NR sesuai NC 15 kelas Inklusi SDN Keputih 245

Kebutuhan NR sesuai standar NC 15 kelas Inklusi						
TTB	Freq (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
LP out (dB)	85.40	81.47	81.18	80.15	77.89	81.29
LP indoor pada NC 15 (dB)	37	29	23	18	14	13
NR yang dibutuhkan	48.40	52.47	58.18	62.15	63.89	68.29

Setelah mengetahui nilai dB dari NC 15, maka akan diketahui besarnya nilai NR yang dibutuhkan oleh ruang kelas dalam perbaikan kualitas akustik. Besar kecilnya NR ditentukan oleh kemampuan TL pada fasade sebagai elemen pemisah antara luar dan dalam, luas dan jenis material fasade serta kemampuan serap elemen material di ruang penerima.

Nilai NR yang baru jauh lebih tinggi dari keadaan existing yang ada. Dengan diketahuinya nilai NR yang baru sesuai kebutuhan kelas inklusi, maka perlu adanya perhitungan TL. Material pada fasade dan interior harus mampu menghasilkan TL yang senilai atupun mendekati NR baru, sehingga LP indoor sesuai kebutuhan anak autis bisa tercapai.

Langkah pertama yang dilakukan adalah perhitungan TL berdasarkan kondisi existing fasade ruang kelas. Untuk mengetahui kemampuan TL pada

fasade, menggunakan rumus Hasil dari perhitungan TL dengan menggunakan kemampuan material fasade adalah sebagai berikut :

Tabel 4-5 TL Existing Fasade Ruang Kelas Inklusi SDN Keputih 245

existing		TL Composit setiap frekuensi					
material	surface area(m ²)	125	250	500	1000	2000	4000
brickplaster	6.88						
single glass	1.91						
solid timber	2.03						
SolidCore_OakTimber 40mm	2	21.38	27.07	32.42	36.14	35.46	40.58
total surface area	12.81						
Kebutuhan NR sesuai NC 15		48.4	52.47	58.18	62.15	63.89	68.29
Selisih		27.02	25.4	25.76	26.01	28.43	27.71

sumber : data pengolahan pribadi, 2014

Nilai Transmission Loss (TL) composit dengan menggunakan material fasade menunjukkan bahwa pada frekuensi yang umum digunakan untuk pembicaraan yaitu 500 Hz dan 1000Hz, material mampu menghalangi masuknya bunyi ke dalam ruang sebesar 32.42 dB dan 36.14 dB, sedangkan pada frekuensi tinggi material bekerja cukup baik, yaitu 40.58dB. Jika dibandingkan dengan NR sesuai kelas inklusi, nilai TL yang dihasilkan dari semua material, masih kurang mencukupi, kekurangan yang ada masih pada kisaran lebih dari 20dB pada setiap frekuensi, sehingga perlu adanya pengurangan intensitas bunyi.

Karena ruang kelas sudah mendapatkan treatment RT sehingga memenuhi standar, maka ruang treatment TL fasade didasarkan pada pergantian material yang ada pada elemen fasade. Pada elemen fasade, objek yang terkena treatment RT adalah pintu ruang kelas, yang sebelumnya menggunakan solid timber, pada treatment RT diganti menggunakan hollow coar timber.

Dengan menggunakan pergantian solid timber menjadi Hollow coar plywood 40mm, pada masing-masing nilai TL justru menurun, hal ini dikarenakan pintu diubah menjadi memiliki rongga dan bukan lagi bidang masiv seperti

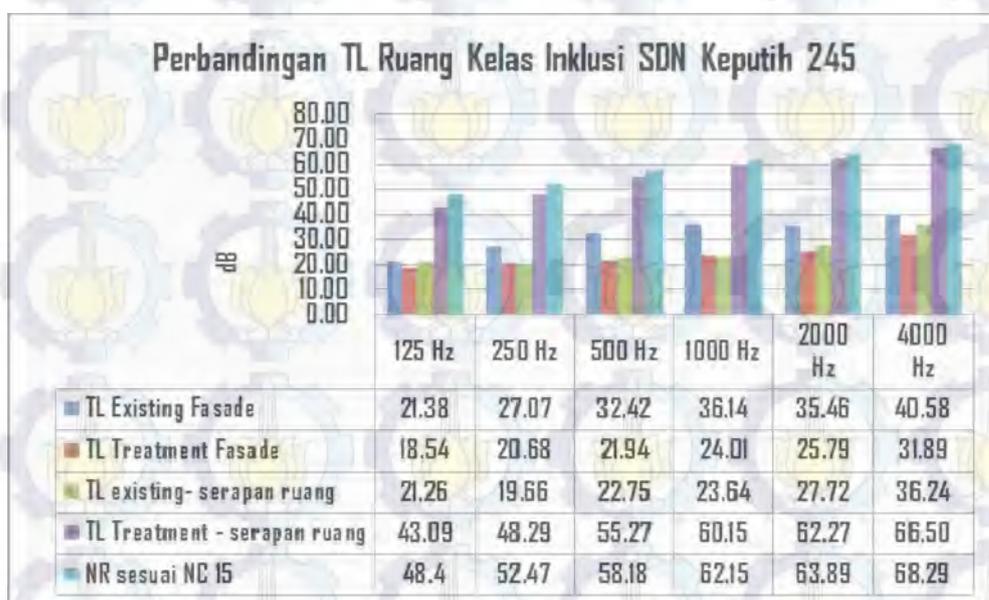
material lainnya (tabel 4.2). Karena Tingginya nilai NR yang sesuai NC 15 pada ruang kelas, maka perlu adanya perlakuan TL lagi. Hal yang selanjutnya dilakukan adalah dengan menggunakan kemampuan serap material ruang kelas, hal ini sesuai dengan Smith (1995), bahwa TL juga dipengaruhi oleh kemampuan serap material di ruang penerima.

Tabel 4-6 Treatment 1 TL ruang kelas inklusi SDN Keputih 245

Treatment1		TL Composit setiap frekuensi					
material	surface area(m2)	125	250	500	1000	2000	4000
brickplaster	6.88	18.54	20.68	21.94	24.01	25.79	31.89
single glass	1.91						
solid timber	2.03						
HollowCore Plywood 40mm	2						
total	12.81						
NR sesuai NC 15		48.4	52.47	58.18	62.15	63.89	68.29
Selisih		29.86	31.79	36.24	38.14	38.10	36.40

Sumber : analisa pribadi, 2014

NR pada hitungan pertama yang digunakan adalah NR pada kondisi hasil perekaman data akustik. Sedangkan pada treatment yang digunakan adalah NR dimana LP indoor sudah disesuaikan dengan kebutuhan NC 15.



Gambar 4-23 Grafik Perbandingan nilai TL ruang kelas inklusi SDN Keputih 245

Berdasarkan hasil perhitungan yang sudah dimasukkan pada grafik, nilai TL (gambar 4.23) dengan menggunakan material serapan pada kondisi existing memiliki hasil yang tidak jauh berbeda dengan TL sesuai kondisi fasade. Nilai masih belum mencapai NR yang dibutuhkan untuk kelas inklusi. Sedangkan saat dilakukannya treatment dengan material serapan yang baru, nilai TL pada setiap frekuensi hampir mendekati nilai NR yang dibutuhkan agar mampu memenuhi NC 15 kelas inklusi. Bisa dilihat pada frekuensi 125Hz, NR pada frekuensi tersebut adalah 48.4 sedangkan kemampuan TL treatment mampu mendekati nilai NR, yaitu 43.09dB. Hal serupa juga diikuti oleh TL pada frekuensi lainnya.

4.4.3 Kelas Inklusi SDN Menur Pumpungan

Pengambilan data dilakukan pada hari Senin, 11 November 2013 pada pukul 09.00 sampai 13.00 WIB. Pengukuran dimulai pukul 09.00 WIB disebabkan kelas inklusi di sekolah tersebut dimulai pukul 09.00 WIB dan di akhiri pada pukul 13.00 WIB.

Pengukuran kelas inklusi diambil pada sisi bangunan yang menghadap ke jalan Manyar Kartika. Pada sisi dinding yang menghadap ke jalan tersebut tidak terdapat banyak bukaan, hanya berupa rooster dan glassblock. Sebelum pengukuran, kondisi di dalam kelas tidak terlalu bising meskipun berhadapan dengan jalan, hal ini dikarenakan kecilnya dimensi bukaan. Hasil pengukuran adalah sebagai berikut :

Tabel 4-7 Hasil Pengukuran Akustik Ruang Kelas Inklusi SDN Menur Pumpungan

Hasil Pengukuran Existing Kelas Inklusi SDN Menur Pumpungan pada 11/11/2013						
frekuensi (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
LP out	93.61	87.29	78.75	65.93	60.57	63.24
LP In	61.80	60.10	62.40	63.20	60.70	55.30
NR	31.11	24.39	17.55	6.03	7.47	16.34

Hasil perekaman data akustik menggunakan 2 SLM yang masing-masing diletakkan di dalam dan luar kelas menunjukkan bahwa nilai LP Out masih berada di intensitas yang tinggi dan mencapai lebih dari 90dB pada frekuensi 125 Hz sebesar 93.61 dB dan berangsur menurun disetiap frekuensi. Sedangkan perbedaan yang tinggi bisa terlihat di LP indoor, yang tidak melebihi nilai 63dB. Besarnya NR yang terdapat pada kelas Inklusi disebabkan karena dinding kelas yang berhadapan dengan jalan raya memiliki ketebalan yang lebih jika dibanding dinding pada umumnya, yaitu 220cm dengan material batu bata finishing plaster. Selain itu bukaan pada dinding ini memiliki luasan yang sangat kecil yaitu $0.16m^2$, disbanding luas keseluruhan dinding yang sebesar $26.321m^2$.

Setelah mendapatkan data existing intensitas bunyi di dalam dan luar ruangan, lalu menentukan nilai LP indoor berdasarkan kebutuhan bagi anak autis yang sesuai dengan NC 15. Hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar nilai NR yang harus dipenuhi dan mengetahui kemampuan TL material fasade dan serapan ruang penerima. Hasil yang didapatkan adalah :

Tabel 4-8 Kebutuhan NR sesuai standar NC 15 kelas Inklusi Menur Pumpungan

Kebutuhan NR sesuai standar NC 15 Kelas Inklusi SDN Menur Pumpungan						
TTB	Freq (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
LP out (dB)	84.08	80.53	81.50	80.34	78.13	81.52
LP indoor pada NC 15 (dB)	37	29	23	18	14	13
NR yang dibutuhkan	47.08	51.53	58.50	62.34	64.13	68.52

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa sesuai dengan NC 15 untuk anak autis, kelas inklusi memerlukan NR yang jauh lebih tinggi jika dibanding dengan kondisi existing. Penurunan kebisingan yang dibutuhkan mencapai lebih dari 40dB untuk setiap frekuensi, sehingga perlu adanya perlakuan TL yang memanfaatkan kondisi fasade ataupun serapan ruang penerima yaitu interior ruang kelas inklusi (perhitungan terlampir). Hasil perhitungan dari TL dapat dilihat pada gambar 4.24.



Gambar 4-24 Grafik Perbandingan nilai TL ruang kelas inklusi SDN Menur Pumpungan

Hasil perhitungan TL pada bagian fasade ruang kelas menunjukkan kenaikan nilai TL pada setiap frekuensi, yang berarti semakin banyaknya kebisingan / bunyi dari luar ke dalam yang bisa dikurangi. Sedangkan jika menggunakan serapan material ruang penerima, nilai TL hanya tinggi pada frekuensi 125Hz – 500Hz. Sedangkan pada frekuensi 1000Hz justru sangat menurun. Perbedaan nilai TL dengan penggunaan material fasade dan serapan ruang ini terjadi karena pada material fasade menggunakan dinding masiv dan solid dengan ketebalan 220cm dan berbahan batu bata plester. Sedangkan material dalam ruang sangat beragam dan di dominasi oleh dinding, kayu, serta karet pada puzzle dinding.

Sementara itu, saat perbaikan TL menggunakan serapan treatment material nilai TL justru sangat tinggi dan memenuhi kebutuhan penurunan kebisingan yang dibutuhkan oleh ruang kelas. Tingginya nilai TL ini dikarenakan pada dalam ruang kelas terdapat tambahan material rubber yang melapisi dinding kelas. Sehingga kebisingan yang masuk ruang, mampu terserap dengan baik.

4.5 Analisis Kualitas Akustik Objek Penelitian

4.5.1 Analisis Jalan Dan Traffic Flow Sebagai Sumber Kebisingan Utama

Jalan yang berada pada lokasi penelitian merupakan jalan tipe II – kolektor sekunder. Secara fungsi, jalan kolektor sekunder memiliki pengertian sebagai ruas jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan lainnya atau dengan yang ketiga. Kecepatan kendaraan yang melaluinya > 20 km/jam dengan lebar jalan > 7 m (UU no 38 tahun 2004). Sedangkan secara definisi menurut PP No 10 tahun 2000, jalan kolektor Sekunder adalah Jalan yang melayani angkutan pengumpulan atau pembagian dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi, dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat di dalam kota.

Selain merupakan jalan kolektor sekunder, jalan di lokasi penelitian merupakan jalan dengan persimpangan (secara tipologi). Jenis kendaraan dan traffic flow pada jalan ini mempengaruhi nilai kebisingan yang diderita oleh bangunan sekolah sebagai objek penelitian. Sementara secara tipologi, bangunan sekolah terletak pada satu jalan lurus (beberapa sekolah dekat dengan traffic light) dan pada jalan persimpangan. Quartieri, dkk (2010) dalam penelitiannya menjelaskan, jika bangunan yang berada pada berbagai macam tipologi jalan dan persimpangan akan lebih mengalami penambahan kebisingan jika dibandingkan dengan bangunan yang berada di jalan lurus dan jauh dari traffic light. Penambahan kebisingan tersebut karena adanya tindakan kendaraan/pengguna alat transportasi, seperti memutar kendaraan, melambatkan atau mempercepat laju kendaraan dan bunyi klakson. Masih dalam penelitian Quartieri, dkk (2010), potensi kebisingan yang diakibatkan oleh tipologi jalan persimpangan adalah 1 – 2.4 dBA.

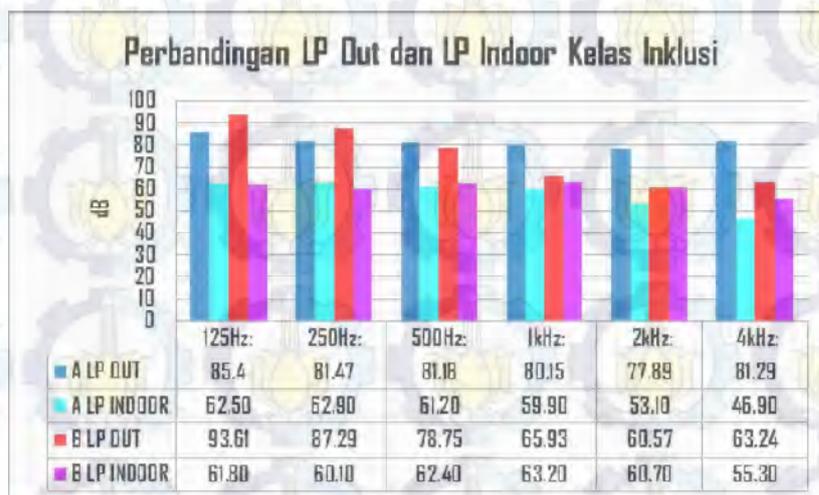
Jalan pada SDN Menur Pumpungan dan SDN Keputih banyak dilalui oleh kendaraan pribadi (sepeda motor dan mobil), angkutan umum hingga kendaraan ekspedisi seperti mobil box dan truck. Jika diperhatikan, volume kendaraan lebih banyak melewati jalan di depan SDN Keputih 245 (Jl. Arief Rahman Hakim), karena jalan ini merupakan akses utama ke beberapa perumahan, fasilitas pendidikan dan fasilitas umum lainnya. Kepadatan pada kedua jalan meningkat

saat pagi hari dan sore hari sehingga sering menimbulkan kemacetan dimana pada waktu tersebut merupakan aktifitas berangkat dan pulang kerja/sekolah.

4.5.2 Analisis Pengaruh Fasade Terhadap Kualitas Akustik

Kemampuan fasade dalam bangunan sebagai insulasi bunyi dapat dilihat dari besarnya nilai TL yang dihasilkan secara keseluruhan ataupun pada masing-masing material. Analisis kemampuan material sebagai pembentuk performa akustik berdasarkan pada hasil pengukuran (fisik dan akustik) dan studi literatur. Analisa yang dipertimbangkan dalam pembahasan ini adalah kemampuan dinding fasade yang terdiri dari elemen bangunan dan komponen material penyusun di setiap elemennya.

Pengambilan data akustik pada penelitian ini telah menghasilkan nilai tingkat kebisingan pada dalam dan luar ruang yang dapat dilihat dalam gambar 4.51.



Gambar 4-51 Grafik perbandingan nilai LP indoor setiap kelas

Ket :

A : Kelas Inklusi SDN Keputih 245

B : Kelas Inklusi SDN Menur Pumpungan

Dari hasil pengukuran di dua sekolah didapati bahwa LP Out tertinggi pada objek A pada frekuensi sedang hingga tinggi, sedangkan pada frekuensi

rendah justru lebih kecil jika dibandingkan dengan objek B yang mempunyai nilai LP Out pada frekuensi 125Hz dan 250Hz. Meskipun jarak dinding fasade B sangat dekat dengan jalan jika dibanding objek A, namun karena tingkat traffic flow di sekitar objek B yang lebih rendah yaitu pada jalan Manyar Kartika , sehingga nilai kebisingan yang dihasilkanpun lebih rendah. Jalan di depan objek fasade B merupakan jalan yang mengarahpada persimpangan dengan tipe II kolektor sekunder, rendahnya traffic flow dikarenakan jalan tersebut bukan merupakan jalan utama. Jalan Manyar Kartika merupakan salah satu jalan alternatif yang menghubungkan antara area pemukiman dengan jalan raya, sehingga intensitas kendaraan tidak sebanyak pada jalan Menur Pumpungan 28 (sub bab 4.5.1).Nilai LP In tertinggi diperoleh pada hasil perekaman data di objek B. Tingginya nilai tersebut dipengaruhi oleh dekatnya objek terhadap badan jalan (tidak melebihi 3m). Meskipun memiliki material fasade berupa dinding yang tebal dan sedikit prosentase bukaan, namun komposisi tersebut belum mampu mereduksi kebisingan dalam jumlah besar. Sedangkan pada objek A, meskipun memiliki porsentase bukaan yang lebih besar, namun nilai LP in yang lebih rendah.

Hasil dari pengambilan data akustik selanjutnya dibawa ke kurva NC (Noise Criteria) sesuai dengan kebutuhan masing-masing jenis kelas. untuk kebutuhan kelas inklusi, dibawa pada nilai NC (sub bab 3.8.2.1). Tujuan langkah ini adalah mengetahui batasan kebisingan di dalam ruang yang masih mampu diterima oleh penghuni di dalamnya. Setelah mendapatkan nilai LP in pada NC masing-masing, maka akan diketahui berapa jumlah NR (Noise Reduction) yang harus diturunkan agar sesuai dengan kebutuhan.

Berdasarkan nilai NR yang diperoleh pada kedua objek, NR baru yang dibutuhkan antara objek A dan B tidak terlalu jauh berbeda (tabel 4.9). Agar mampu mendapatkan nilai NR yang sesuai, maka perlu adanya evaluasi kemampuan fasade dan serapan material di ruang penerima. Hasil perhitungan TL masing-masing kelas dapat dilihat pada tabel 4.10

Tabel 4-9 Perbandingan kebutuhan NR setiap kelas

Kebutuhan Penurunan Kebisingan				
Freq	A		B	
	NR-1	NR-2	NR-1	NR-2
125Hz:	22.9	48.4	31.11	47.08
250Hz:	18.57	52.47	24.39	51.53
500Hz:	19.98	58.18	17.55	58.5
1kHz:	20.25	62.15	6.03	62.34
2kHz:	24.79	63.89	7.47	64.13
4kHz:	34.39	68.29	16.34	68.52

Keterangan:

- A - NR1 NR hasil pengukuran akustik Kelas Inklusi SDN Keputih 245
 A- NR 2 NR sesuai kebutuhan NC 15 Kelas Inklusi SDN Keputih 245
 B- NR 1 NR hasil pengukuran akustik Kelas Inklusi SDN Menur Pumpungan
 B- NR 2 NR sesuai kebutuhan NC 15 Kelas Inklusi SDN Menur Pumpungan

Nilai TL pada objek A masih jauh dari pereduksi kebisingan yang dibutuhkan oleh ruang kelas. Nilai TL sangat berbeda jauh dengan nilai pada objek B. Perbedaan ini dipengaruhi oleh jenis material pada setiap fasade objek. Fasade pada objek A menggunakan dinding plaster dan dikombinasikan dengan material kayu solid serta kaca pada bukaan jendela. Dari semua material pada fasade objek A, material kaca merupakan material dengan kemampuan transmisi bunyi yang paling baik, sehingga memperbesar kebisingan yang masuk ke dalam ruang kelas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa material fasade pada objek B memiliki nilai TL yang tinggi dibanding dengan objek lainnya dalam kondisi ekisting. Kemampuan TL yang tinggi tersebut dipengaruhi oleh jenis material masiv dan solid serta ketebalan materialnya yang digunakan pada dinding yang berhadapan langsung dengan jalan raya sebagai sumber kebisingan (jenis dan luasan material terlampir). Fasade pada objek B menggunakan material doublebrick dan memiliki bukaan hanya berupa glassblock (tabel4.10).

Tabel 4-10 Perbandingan Kemampuan TL Dengan Material Fasade

Material	(koef. transmisi bunyi)		Objek	% Bukaan	TL Fasade (dB)	
	500 Hz	4Khz			500 Hz	4Khz
Kondisi eksisting						
brickplaster	0.000079	0.000002	A	36.77%	32.42	40.58
single glass	0.00079	0.000158				
solid timber	0.000126	0.000005				
SolidCore_OakTimber	0.0025	0.00040	B	2.72%	41.00	57.13
DoubleBrick	0.000079	0				
glass block	0.000079	0.00032				
treatment material fasade						
brickplaster	0.000079	0.000002	A	36.77%	21.94	31.9
single glass	0.00079	0.000158				
solid timber	0.000126	0.000005				
HollowCore Plywood 40mm	0.0398	0.00398	B	2.72%	41	44.5
DoubleBrick	0.000079	0				
glass block	0.000079	0.000316				
Ceramic tile	0.000079	0.999982				

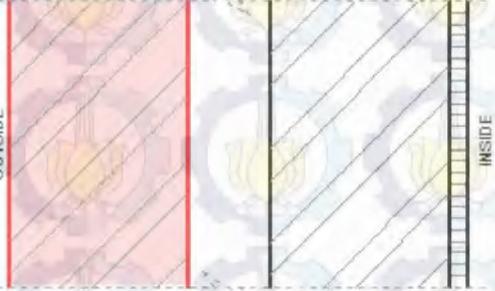
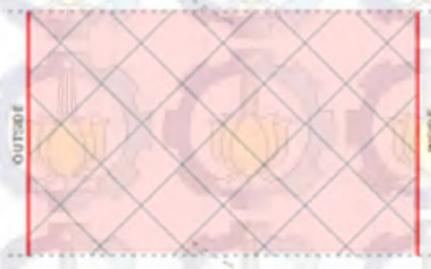
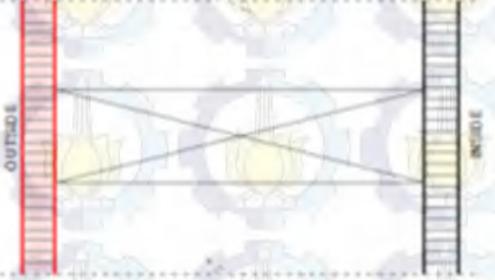
Keterangan :

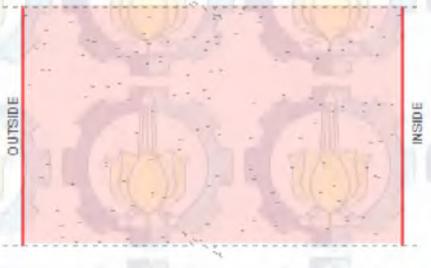
- A Kelas Inklusi SDN Keputih 245
 B Kelas Inklusi SDN Menur Pumpungan

Treatment TL yang dilakukan pada objek A dan B telah disesuaikan dengan treatment pada interior ruang kelas untuk memenuhi kebutuhan RT (waktu dengung), sehingga perubahannya mengikuti. Pada objek A, perubahan material pada RT yang berpengaruh pada nilai TL adalah pada bukaan pintu. Pintu yang semula menggunakan solid timber, pada treatment berdasarkan pengolahan RT diganti dengan menggunakan hollow core oak timber justru membuat semua nilai TL menurun, yang berarti menurunkan kemampuan TL dalam pengendalian perambatan kebisingan melalui struktur bangunan. Smith (1995) menjelaskan bahwa Perbedaan masing-masing hasil TL dikarenakan secara akustik setiap material mempunyai karakteristik yang berbeda-beda dalam peredaman bunyi, sehingga pada setiap frekuensi memiliki nilai yang berbeda-beda (bisa naik/turun). Sementara itu, pada objek B, penambahan material ceramic tile pada dinding justru menurunkan kemampuan TL pada frekuensi tinggi (4KHz), sedangkan pada

frekuensi sedang (500hz) tidak mengalami perubahan. Hal tersebut menunjukkan bahwa material ceramic tile dalam kemampuan pereduksi kebisingan lebih bekerja maksimal pada frekuensi tinggi.

Tabel 4-11 Material Pada Fasade Ruang Kelas (Objek Penelitian)

Nama	Visualisasi material
batu bata plester	
Double Brick Cavity Plaster	
solid cor oak timber	
Hollow Core Plywood 40mm	

SingleGlazed_TimberFrame	 <table border="1" data-bbox="742 571 1173 638"> <thead> <tr> <th>Width(mm)</th> <th>Density</th> <th>Sp.Heat</th> <th>Conduct.</th> <th>Htch</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6.0</td> <td>2300.0</td> <td>836.8</td> <td>1.046</td> <td>75</td> </tr> </tbody> </table>	Width(mm)	Density	Sp.Heat	Conduct.	Htch	6.0	2300.0	836.8	1.046	75
Width(mm)	Density	Sp.Heat	Conduct.	Htch							
6.0	2300.0	836.8	1.046	75							
glass block											
Solid timber											

Sumber : Ecotect 5.5, www.roadstone.ie

Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan analisis pembahasan, yaitu :

1. Kemampuan dinding fasade pada kondisi existing di semua objek penelitian belum mampu memenuhi kebutuhan penurunan kebisingan. Hal tersebut dilihat dengan besarnya nilai TL yang masih belum memenuhi kebutuhan NR pada ruang kelas. Sedangkan nilai TL setelah adanya treatment material fasade masih belum mampu menurunkan kebisingan yang masuk ke dalam ruang. Justru kondisi TL setelah adanya pergantian material fasade, nilai TL semakin kecil.
2. Kemampuan TL fasade terlihat baik hanya pada frekuensi sedang- tinggi (1000Hz-4000Hz) dimana mampu menurunkan kebisingan lebih banyak dibanding frekuensi lainnya.

3. Dinding fasade dengan komposisi elemen sedikit bukaan mempunyai kemampuan TL yang paling baik diantara objek lainnya. Sedangkan dinding fasade dengan perbandingan luasan bukaan besar akan memperbesar kebisingan di dalam ruang.

4. Perbedaan nilai transmissi bunyi pada masing-masing material justru akan mempengaruhi nilai TL secara komposit. Gabungan TL dengan adanya material tunggal dan tidak masif seperti kaca mempunyai nilai transmissi yang lebih rendah, dan apabila ditambahkan dengan material ganda namun berongga, juga akan menurunkan nilai TL secara keseluruhan (data perhitungan terlampir).

5. Semakin kecil bukaan yang terdapat pada dinding fasade, nilai NR pada ruang objek penelitian akan kecil dan nilai TL nya semakin besar, sedangkan semakin besar perbandingan elemen bukaan terhadap dinding, maka nilai NR yang diperlukan dalam ruang semakin besar namun nilai TL yang dihasilkan akan menurun.

4.5.3 Analisis Material untuk Penyerapan Bunyi Dalam Ruang

4.5.3.1 Menurunkan nilai RT (Waktu Dengung)

Tinggi rendahnya nilai RT sangat dipengaruhi oleh dimensi ruang yang menghasilkan volume ruang dan penyerapan ruang total (A). Nilai A didapatkan dari dimensi elemen ruang dan furniture yang dipengaruhi oleh nilai koefisien masing-masing material.

Perubahan material dan pengaruhnya terhadap penurunan RT dapat dilihat pada tabel 4.12

Tabel 4 -12 Contoh Perbandingan penggunaan material tambahan terhadap perubahan RT (diambil pada frekuensi 500Hz) Kelas Inklusi

Kode Material	RT 1	RT 2	RT3	Total A
In-1	1.34	-	-	158.950 M ²
In-1, A, B	-	1.1	-	164.163 M ²
In-1, C, D,E	-	-	0.53	166.135 M ²
In-2, F, G	0.68	-	-	161.685 M ²
In-2, F, G, H	-	0.53	-	161.685 M ²

Sumber : analisi pribadi, 2014

Keterangan kode :

- 1 Kelas Inklusi SDN Keputih 245
- 2 Kelas Inklusi SDN Menur Pumpungan
- In Material ekisting 2 objek yang sama: batu bata plester, gypsum board, keramik, glass 6mm, solid oak timber, solid timber
- A Panel Rubber
- B Glassfiber
- C Panel Cork
- D Plastic
- E Hollowcore Plywood
- F Double brick cavity plaster
- G Ceramic Tile

*Material A-G merupakan material yang digunakan saat treatment

Material Upholstery –fabric well memiliki nilai yang paling tinggi pada frekuensi 500Hz, yaitu sebesar 0.56. Material ini digunakan pada matras yang berada di ruang kelas inklusi di SDN Keputih 245 untuk melapisi busa yang juga tinggi nilainya sebesar 0.57. Namun keberadaan matras di ruang kelas inklusi tidak memungkinkan untuk selalu di sana, karena menurut hasil observasi, ruang kelas inklusi juga digunakan sebagai tempat penyimpanan property sekolah untuk sementara waktu. Jika suatu saat benda tersebut tidak terdapat di kelas akan menyebabkan berubahnya nilai RT.

Material lain yang juga memiliki nilai yang tinggi adalah curtains dan papan plywood yang digunakan pada dinding di salah satu bagian sisi kelas. Papan White board merupakan material yang tidak bisa dengan mudah ditambahkan atau dikurangi keberadaannya, karena benda tersebut berada di kelas sesuai dengan kebutuhan masing-masing kelas.

Material lain yang mempengaruhi nilai RT adalah kaca 6mm yang digunakan pada bukaan jendela. Material kaca selalu digunakan untuk memaksimalkan pencahayaan alami sehingga mengurangi penggunaan lampu pada siang hari, tetapi dengan material tersebut yang hanya memiliki nilai yang

rendah sebesar 0.04 pada frekuensi 500Hz akan tetap memudahkan kebisingan dari luar masuk ke dalam ruang. Kondisi tersebut memburuk dengan dimensi yang panjang dan letak jendela serta keberadaan ventilasi ruang yang berada memanjang pada kedua sisi dinding dan salah satunya menghadap ke jalan raya. Meskipun ventilasi berbahan kayu solid dengan nilai $\alpha = 0.06$, tapi celah antara setiap panelnya yang tidak terdapat material apapun akan memperbesar nilai transmisi kebisingan, karena tidak terdapat perlakuan terhadap bunyi yang melewatinya. Penggunaan Material batu bata plester finishing Cat pada dinding dan keramik juga mempengaruhi tingginya waktu dengung, karena material tersebut memiliki nilai koefisien serap material lebih rendah dan lebih bersifat memantulkan bunyi, sehingga akan lebih banyak bunyi yang terpantul. Material batu bata plester yang berada pada 4 sisi dinding dan keramik akan mengakibatkan suara terpantul lagi ke tengah kelas/ area siswa, sehingga pada waktu dengung yang diperlukan lebih banyak dan akan menggema yang mengganggu konsentrasi belajar siswa.

Untuk menurunkan waktu dengung (RT) pada sebuah ruang, diperlukan treatment atau perlakuan akustik. Perlakuan bisa berupa memperkecil luas penampang material yang bersifat memantulkan bunyi (meskipun memiliki koefisien serap bunyi), menambah luasan material yang bersifat menyerap bunyi dan mengganti ataupun menambahkan material dengan nilai koefisien serap bunyi yang lebih tinggi dari material yang sudah ada sebelumnya.

Pada kasus di Kelas Inklusi dan kelas reguler SDN Keputih 245 dan kelas reguler di SDN Menur Pumpungan memiliki nilai RT yang tinggi jika dibandingkan dengan RT pada kelas inklusi di SD Menur. Dinding dari bata plester yang memiliki finishing cat dan lantai keramik serta elemen furniture (papan tulis dan panel pada dinding) yang banyak menggunakan bahan bersifat pemantul menyebabkan tinggi, ditambah lagi dengan lebih besarnya luas bidang pantul jika dibandingkan dengan luas penampang penyerap.

4.5.3.2 Memperbaiki Nilai Transmission Loss (TL)

Nilai TL yang dihasilkan oleh fasade belum cukup membantu menurunkan tingkat kebisingan di dalam ruang yang sudah ditentukan fungsinya bagi anak autis sesuai kebutuhannya (pada NC 15).

Karena belum baiknya nilai TL, maka perlu adanya treatment TL yang menggunakan fungsi serapan material di ruang penerima (interior ruang kelas). Hasil dari TL berdasarkan serapan material ruang penerima di setiap kelas dapat dilihat dalam 4.13.

Tabel 4-13 Perbandingan Kemampuan TL Dengan Serapan Material Ruang Penerima

Kemampuan TL Serapan Material Ruang Penerima - Existing Dan Treatment akustik						
Freq	A			B		
	1	2	NR	1	2	NR
500Hz:	22.75	55.27	58.18	20.92	62.02	58.5
1kHz:	23.64	60.15	62.15	9.11	65.57	62.34
2kHz:	27.72	62.27	63.89	10.65	67.47	64.13
4kHz:	36.24	66.5	68.29	18.96	71.32	68.52

Keterangan :

- A Kelas Inklusi SDN Keputih 245
- B Kelas Inklusi SDN Menur Pumpungan
- 1 TL Ekisting – serapan material
- 2 TL Treatment – serapan material
- NR Kebutuhan pereduksi bising sesuai NC 15 untuk anak autis

Hasil perhitungan TL dengan menggunakan serapan material ruang penerima menunjukkan jika material existing pada ruang objek B2 memiliki nilai serapan yang baik dan hasil TL yang baik. Baiknya serapan material ditunjukkan dengan nilai RT yang dihasilkan pada ruang B1 juga memenuhi standar untuk sebuah ruang kelas dengan kebutuhan anak autis (sub bab 4.3.2). Tetapi disisi lain, nilai TL serapan yang dihasilkan ruang objek B1 masih belum memenuhi kebutuhan penurunan kebisingan yang dibutuhkan. TL kedua yang dihasilkan oleh B2 meningkat dan secara keseluruhan melebihi nilai penurunan yang dibutuhkan oleh ruang kelas. Penambahan nilai TL tersebut dikarenakan adanya perlakuan 1

pada ruang serapan berupa penambahan bidang dengan material rubber (data material terlampir). Besar kecilnya nilai TL serapan juga dipengaruhi oleh kondisi bukaan pada setiap objek. Bukaan pada objek A lebih besar jika dibanding dengan objek B, sedangkan material yang digunakan pada bukaan objek A lebih didominasi kaca. Pengaruh bukaan terhadap kualitas nilai TL sesuai dengan penjelasan yang diungkapkan oleh Templeton (1997) bahwa jika keberadaan luasan bukaan lebih kecil dibanding luasan bidang lain, maka nilai TL akan semakin baik.

Tabel 4-14 Perbandingan RT Dan TL Serapan Material

Serapan Material Existing dan Treatment (RT 60 Sabine)								
Freq	A				B			
	RT (detik)		TL (dB)		RT (detik)		TL (dB)	
	1	2	1	2	1	2	1	1
500Hz:	1.34	0.53	22.75	55.27	0.68	0.53	20.92	62.02
1kHz:	1.05	0.6	23.64	60.15	0.62	0.48	9.11	65.57
2kHz:	0.69	0.56	27.72	62.27	0.5	0.42	10.65	67.47
4kHz:	0.45	0.46	36.24	66.5	0.38	0.35	18.96	71.32

Keterangan :

- A Kelas Inklusi SDN Keputih 245
- B Kelas Inklusi SDN Menur Pumpungan
- 1 Ekisting – serapan material
- 2 Treatment – serapan material

Pada tabel 4.14 terlihat jika kemampuan RT akan berbanding terbalik dengan nilai TL yang dihasilkan dari serapan ruang. Saat objek memiliki nilai RT yang tinggi, maka nilai TL yang dihasilkan akan rendah. Berbalik jika RT menurun, maka nilai TL akan tinggi (semakin baik). Hal ini dipengaruhi oleh perubahan luasan serapan (tabel 4.12), saat nilai RT tinggidisebabkan karena sedikitnya luas serapan material dalam penyerapan bunyi, sedangkan saat nilai RT rendah, jumlah luasan serapan material meningkat sehingga semakin banyak bunyi yang diserap.

Analisis yang dapat disimpulkan dalam pembahasan kemampuan serapan material ruang dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Material eksisiting pada semua objek penelitian belum mampu memenuhi kebutuhan waktu dengung (RT) sesuai dengan masing-masing kebutuhan (kelas inklusi dan reguler). Perlakuan akustik guna mendapatkan nilai RT yang sesuai kebutuhan dilakukan dengan cara yang disebutkan dalam bab 3 (sub bab 3.8.3.3) yang sudah disesuaikan dengan kondisi masing-masing objek yang berbeda antara satu dengan lainnya. Hasil nilai RT dengan adanya perlakuan akustik mampu menurunkan nilai waktu dengung (RT) sehingga mampu memenuhi kebutuhan masing-masing objek.

2. Nilai RT hanya meningkat pada frekuensi sedang (500Hz – 1KHz) dimana pada frekuensi tersebut merupakan frekuensi yang mampu dengan baik diterima oleh pendengaran manusia dalam kegiatan pembicaraan.

3. Nilai RT akan berbanding terbalik dengan nilai TL serapan. Semakin rendah nilai RT, maka nilai TL yang dihasilkan akan semakin tinggi, karena bertambahnya jumlah total serapan material yang akan menyerap kebisingan yang merambat masuk ke dalam dan mengenai setiap permukaan material pada seluruh ruang dan furniture.

4.5.4 Pemilihan Material Dari Sisi Kebutuhan Anak Autis

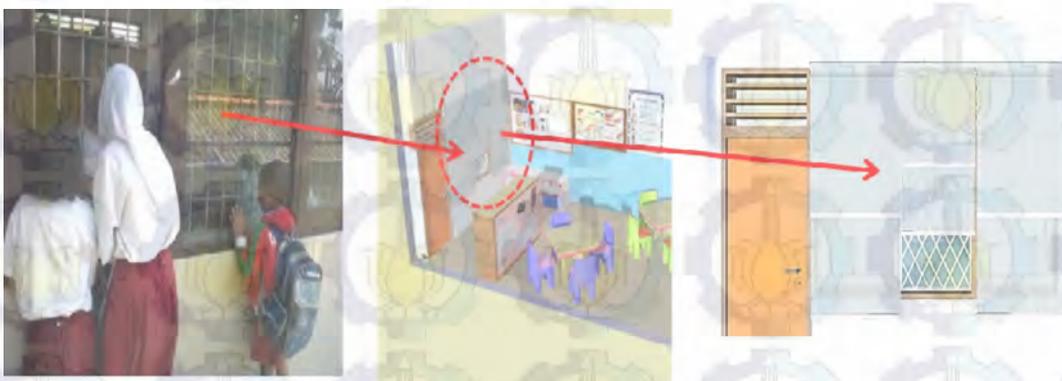
Material yang digunakan dalam perlakuan akustik, selain dipilih yang memiliki nilai serap yang tinggi, juga dipilih yang sesuai dengan kondisi anak autis pada umumnya, seperti sensitive terhadap bau dan sentuhan. Untuk material yang mudah dijangkau oleh anak-anak autis dipilih yang mempunyai permukaan lembut, tidak kasar dan dengan warna-warna yang memberi efek baik bagi perkembangan anak autis. Warna yang digunakan pada usulan desain merupakan warna yang member efek baik pada anak autis dengan beberapa warna tambahan lain sebagai aksan (data terlampir).

Penambahan panel dipilih karena bisa menjadi sarana bagi kegiatan di dalam kelas. Seperti alat pengumuman, tempat menempelkan foto/jadwal yang berupa gambar, karena hal tersebut lebih menarik perhatian dan lebih memudahkan anak autis untuk memahami apa yang harus mereka lakukan di dalam kelas secara teratur.

Pada usulan desain, terdapat perubahan pada tata letak furniture maupun bentuk di dalam kelas. Usulan desain baru dilakukan pada kelas inklusi karena jumlah anak autis lebih banyak dan sistem belajar yang digunakan berbeda, yaitu secara berkelompok.

4.5.4.1 Usulan Desain Kelas Inklusi SDN Keputih 245

Salah Material yang ditambahkan adalah roller blinds pada kelas inklusi di SDN Keputih 245. Pemilihan elemen dan material ini selain bertujuan untuk menyerap kebisingan, juga berfungsi sebagai shading dari sinar matahari untuk mengurangi glare dan untuk menghalangi pandangan dari luar/ke dalam ruang. Karena pada saat kegiatan belajar mengajar berlangsung, siswa yang di dalam ruang sering melihat keluar jendela ataupun banyak anak-anak dari kelas lain yang mencoba melihat kegiatan di dalam ruang, berusaha memanggil anak autis di dalamnya atau bahkan menyentuh dan hal tersebut mengganggu konsentrasi siswa autis yang berada di dalamnya. Selain sebagai shading, fungsi utama penambahan roller blinds adalah penyerapan bunyi yang membantu dalam penurunan waktu dengung (RT) dan peningkatan nilai TL sebagai pereduksi kebisingan dari luar. Roller blinds berbahan dasar plastic yang memiliki nilai sebesar 0.25 pada frekuensi pembicaraan (500Hz) dan 0.14 pada frekuensi tinggi 4KHz.



Gambar 4-25 Aplikasi serapan material roller blinds yang berbahan dasar plastic



Gambar 4-26 Perubahan bentuk dan tata letak furniture

Perubahan desain yang terjadi dapat dilihat pada gambar diatas. Dengan asumsi jumlah pengguna yang sama, bentuk meja dan kursi belajar diganti dan diletakkan menjauhi dari pintu masuk serta jendela utama. Bentuk almari pada kelas juga mengalami perubahan desain dengan jumlah luasan yang tetap sama. Satu almari diletakkan di depan pintu masuk yang digunakan sebagai lemari penyimpanan barang / tas siswa sebelum pelajaran di mulai. Meskipun memiliki desain yang baru, namun secara keseluruhan, material dan jumlah luasan penampang almari masih sama dengan kondisi eksisting. Pada aplikasi desain, lemari didesain dalam beberapa bentuk dan diletakkan terpisah. Secara akustik, keberadaan almari yang berada di depan pintu dan jendela mempunyai fungsi sebagai barrier yang mengurangi kebisingan yang masuk ke dalam ruang kelas. Keberadaan almari membuat bunyi tidak akan langsung mengenai area belajar siswa, sesuai teori perlakuan bunyi dalam ruang (Doelle, 1985) dimana bunyi yang masuk ke dalam ruang akan dipantulkan ataupun diserap oleh bidang yang mengenainya. Kebisingan dari luar yang masuk ke kelas akan diserap terlebih dulu oleh roller blinds, selanjutnya diteruskan dan akan mengenai 3 almari yang masing-masing berbahan plywood yang memiliki nilai α sebesar 0.25 pada frekuensi pembicaraan (500Hz) dan 0.14 pada frekuensi tinggi 4KHz. Sehingga pada area siswa, kondisi akustiknya akan lebih tenang.

Pada gambar 4.26, di sisi dinding terdapat beberapa papan, salah satunya adalah papan kegiatan selama di dalam kelas (tepat di samping jendela). Urutan kegiatan siswa dari datang hingga pulang, hanya dituliskan namun juga melalui gambar yang ditempel pada papan dengan material cork yang merupakan

penambahan bidang dan material serap baru. Tujuan dari peletakan papan tersebut adalah agar siswa mengetahui dan terbiasa dengan kegiatan di dalam kelas sesuai dengan jadwal yang berlaku. Material Cork memiliki nilai serapan yang sama dengan material plastic dan plywood. Dilihat dari segi akustik, koefisien serap material ini lebih tinggi dari material jenis lainnya (kaca dan dinding), sedangkan dari segi desain dan kebutuhan anak autis, material ini memiliki keunggulan mudah dibentuk dalam berbagai desain, tidak menimbulkan bau yang tajam sehingga lebih aman. Penambahan material cork dalam simulasi untuk penurunan waktu dengung mampu menurunkan nilai RT dari 1.34 detik menjadi 0.58 detik pada frekuensi 500Hz. Hal ini juga menjelaskan jika material cork dengan nilai 0.25 memberikan hasil yang maksimal pada frekuensi 500Hz. Dibandingkan dengan frekuensi tinggi.

Sedangkan letak tempat duduk untuk kegiatan belajar yang dijauhkan dari pintu masuk, agar siswa tidak langsung terkena kebisingan (lebih menjauhkan dari sumber kebisingan) dan menghindari gangguan dari siswa kelas lain yang sering mengganggu melalui jendela utama, hal tersebut karena ada perbedaan jadwal pelajaran antara kelas inklusi dan kelas reguler. Dengan tipe fasilitas duduk seperti di atas diharapkan setiap siswa akan lebih fokus terhadap guru pembimbing dan jarak antar setiap meja ditujukan agar kebisingan yang dihasilkan dalam kegiatan belajar mengajar bisa diminimalkan. Perubahan pengaturan area belajar menjadi berkelompok tidak akan berpengaruh dalam kualitas RT. Karena sifat dari furniture pada fasilitas duduk seperti kursi dan meja tidak secara penuh menyerap bunyi, tapi masih meneruskan dan memantulkannya kembali ke lantai, dinding dan ceiling.

Pada dinding kelas, selain terdapat papan tulis juga terdapat papan yang sengaja digunakan untuk meletakkan hasil karya siswa. Dalam usulan desain, papan tersebut tidak mengalami perubahan fungsi, hanya saja letaknya diubah.



Gambar 4-27 Perubahan letak papan tulis dan papan karya lainnya

Perubahan pada usulan desain juga terjadi pada warna setiap furniture dan dinding kelas. Pada dinding kelas menggunakan warna putih dan biru laut. Warna putih dipilih karena memiliki kesan yang bersih dan luas. Sedangkan warna biru laut dapat meningkatkan ketenangan dan kreativitas anak. Warna orange dan pink pada fasilitas duduk diharapkan mampu memberi semangat dan keceriaan pada anaka-anak saat pelajaran berlangsung.

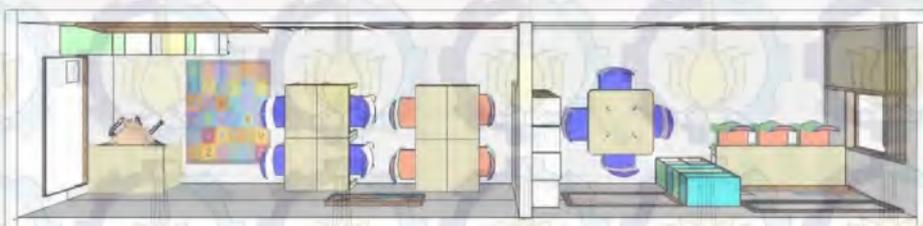
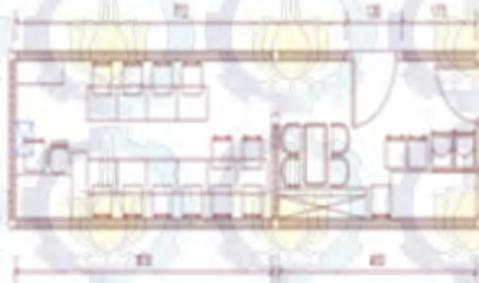
Sedangkan pada tampilan fasade kelas, tidak mengalami perubahan yang signifikan. Hanya terjadi pada perubahan warna kusen, teralis dan pintu. Material pada kusen menggunakan bahan yang sama, hanya saja pada usulan desain ini diganti dengan warna yang lebih muda. Sedangkan teralis jendela diganti dengan warna putih dan pintu digunakan sebagai aksent dengan warna orange (gambar 4.28), sehingga lebih menarik bagi anak inklusi dan membuatnya lebih bersemangat



Gambar 4-28 Akses warna orange pada tampilan fasade

4.5.4.2 Usulan Desain Kelas Inklusi SDN Menur Pumpungan

Perubahan desain juga diberikan pada kelas inklusi ini. Perubahan lebih didasarkan agar ruang kelas yang kecil terasa lebih luas saat digunakan untuk kegiatan belajar mengajar. Prinsip yang digunakan sama dengan desain pada kelas inklusi SDN Keputih 245. Dengan asumsi jumlah luasan serapan material yang sama, letak dan bentuk mengalami perubahan.



Gambar 4-29 Tampak atas perubahan pada ruang kelas

Pada kelas inklusi yang sering menggunakan sistem belajar berkelompok, karpet akan berfungsi menjadi fasilitas duduk saat ada kegiatan diskusi kecil / story time (gambar 4.29). Pada pengamatan ke dua di saat pengambilan data akustik, kelas tidak selalu diisi penuh oleh semua siswa yang secara keseluruhan berjumlah 23 siswa, dikarenakan perbedaan kebutuhan saat dikelas reguler dan jumlah tenaga pengajarnya. Sehingga usulan desain kali ini menggunakan lebih sedikit meja dan kursi. Dari sisi akustik, perubahan bentuk pada furniture terutama area belajar (meja dan kursi siswa) tidak berpengaruh pada perubahan nilai RT. Furniture pada meja dan kursi didominasi warna coklat muda dari finishing kayu yang memberi kesan bersih dan luas. Agar tidak terlalu monoton, maka kursi belajar siswa digunakan warna sedikit terang, yaitu kombinasi biru dan pink serta hijau dan orange.

Pada gambar 4.30 dapat dilihat perubahan bentuk dan tata letak furniture ruang kelas. Pada kondisi existing, puzzle diletakkan memanjang pada beberapa sisi dinding dan juga ditambah dengan papan-papan lainnya. Sehingga memberikan kesan berantakan dan penuh pada dinding. Pada usulan ini, puzzle yang terbuat dari karet diletakkan menjadi karpet untuk lantai.



Gambar 4-30 perubahan desain furniture ruang kelas

Hal yang terlihat di kelas inklusi SDN Menur Pumpungan, nilai RT yang mendekati standar dipengaruhi oleh banyaknya puzzle karet yang berada di dinding pada hampir semua sisi. Koefisien serapan () yang dimiliki oleh rubber pada puzzle sangat tinggi yaitu 0.57 (frek. 500Hz) dan 0.73 (frel.4KHz). Nilai yang sangat tinggi pada simulasi waktu dengung (RT) mampu menghasilkan nilai yang mendekati dengan kebutuhan RT pada kelas untuk anak autisme, yaitu sebesar

0.68 detik pada frekuensi 500Hz. Karena tingginya nilai , maka bunyi yang diserap oleh material rubber pada puzzle akan semakin besar jika dibandingkan dengan material lainnya seperti kaca dan dinding yang memiliki nilai yang jauh lebih rendah (kurang dari 0.1).

Puzzle ini dengan warna-warna yang cerah dan setiap kepingan puzzle bergambar dengan huruf, angka dan objek lainnya (gambar buah/sayur) sehingga puzzle ini bisa digunakan untuk membantu siswa autis belajar. Pemilihan material karet dalam bentuk puzzle bisa dipilih sebagai material penyerap bunyi yang efektif juga sebagai sarana belajar siswa karena warna dan gambar bisa dipilih sesuai dengan kebutuhan masing-masing kelas. Pada usulan desain sebagai aplikasi dari pengolahan kualitas akustik, puzzle rubber yang semula pada dinding diubah dalam bentuk karpet puzzle yang diletakkan pada lantai disalah satu area kosong pada ruang kelas (gambar 4.29)

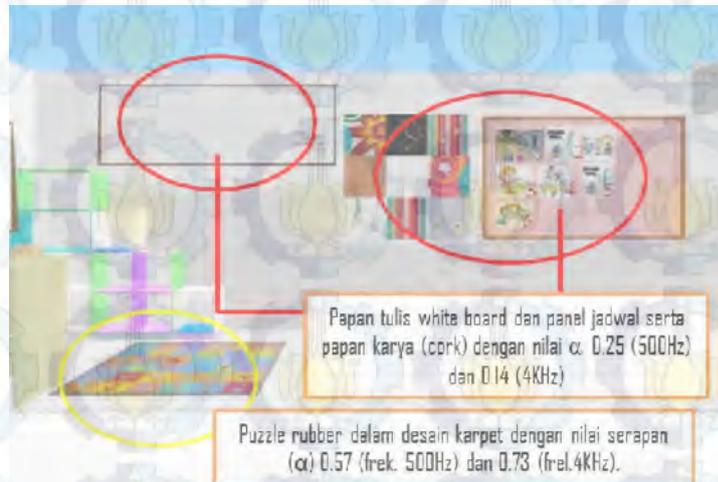
Hasil karya siswa diletakkan pada papan karya, agar lebih tertata rapi. Ini juga mengajarkan siswa untuk lebih belajar merapikan barang yang mereka miliki.



Gambar 4-31Rak Penyimpanan Dan Papan Karya

Desain rak penyimpanan juga memiliki warna yang cerah dan bentuk level ketinggian yang berbeda sehingga menarik perhatian siswa untuk mau menyimpan tas / buku lainnya, sehingga kondisi saat belajar lebih kondusif dan tidak berantakan. Pada sisi dinding (gambar 4.31) juga terlihat papan karya dan papan kegiatan siswa (jadwal di dalam kelas). Semua hasil karya siswa bisa ditempelkan pada papan tersebut selain yang disimpan di rak penyimpanan. Sehingga dinding

kelas lebih bersih dan rapi. Papan kegiatan merupakan jadwal kegiatan siswa selama di kelas (sub bab 4.5.4.1)



Gambar 4-32 Papan Kegiatan Dalam Kelas dan Papan Karya Siswa



Gambar 4-33 Papan karya dan papan tulis

Panel panel pada kondisi ekisisting diubah letak dan desainnya. Pada treatment akustik untuk penurunan waktu dengung, terdapat penambahan material cork sebesar 3.9m^2 (gambar 4-32), penambahan bidang dan material baru ini mampu menurunkan RT yang semula 0.68 detik menjadi 0.53 detik (frekuensi 500Hz). Kelas ini terbagi dalam dua bagian. Pada sisi depan juga terdapat beberapa panel dinding. Yaitu berupa papan karya yang diletakkan disisi dinding yang berhadapan dengan meja belajar, serta papan cermin. Penggunaan cermin di sini dimaksudkan agar kesan ruang lebih luas. Cermin sudah terdapat pada kondisi

existing ruang kelas, pada usulan desain ini, cermin hanya mengalami perubahan letak.

4.6 Rangkuman Analisis Pembahasan Penelitian

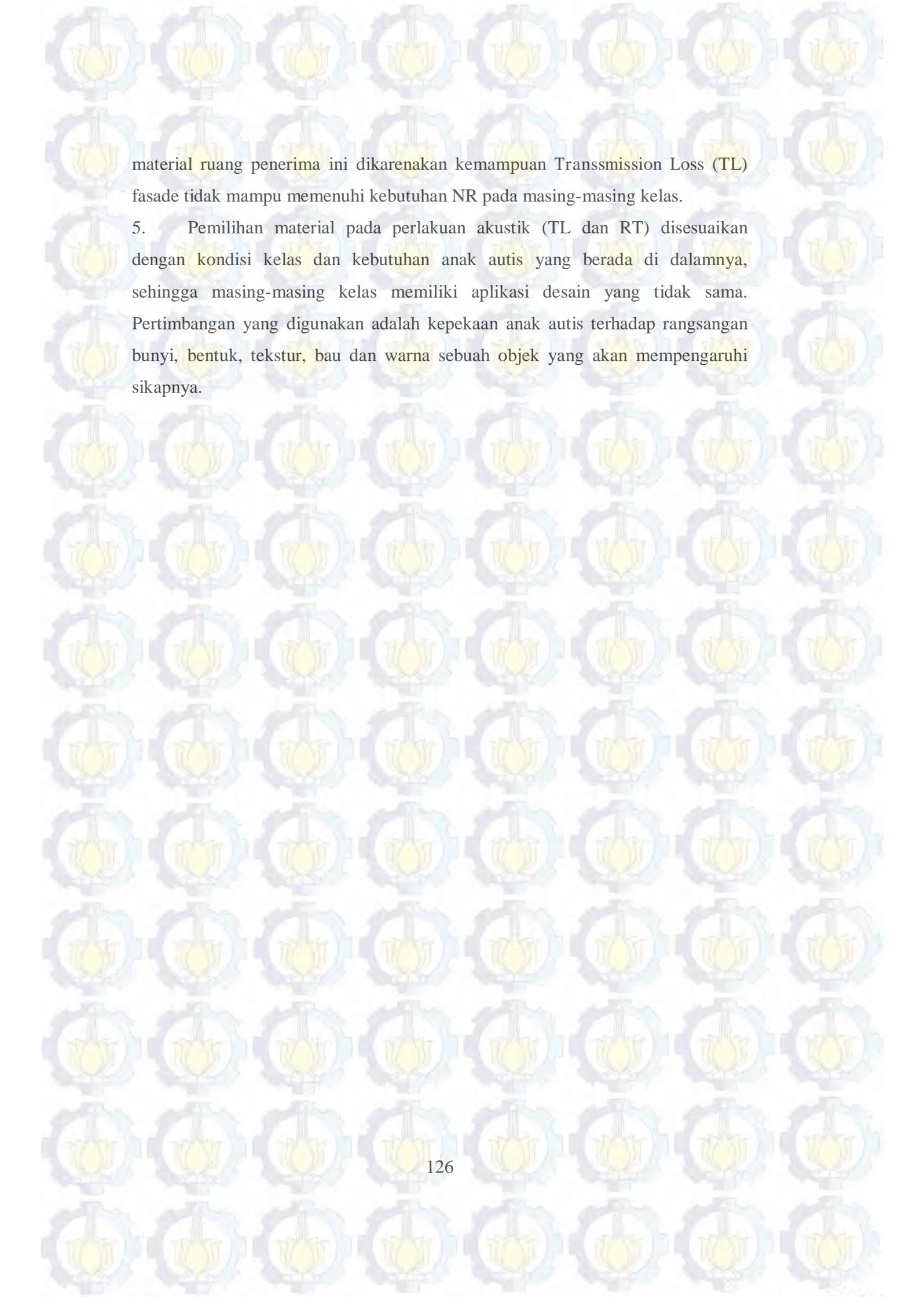
Berdasarkan analisa dari parameter akustik dan variable-variabel yang saling mempengaruhi, dapat disimpulkan dalam rangkuman seperti berikut :

1. Kedua sekolah yang dijadikan objek penelitian memiliki perbedaan jarak yang berbeda terhadap jalan raya yang diasumsikan sebagai sumber kebisingan utama. Perbedaan jarak ini menjadi penyebab pertama berbedanya nilai LP Out yang mengenai fasade kelas, walaupun jenis jalan raya yang dipilih ada sama. Selain perbedaan jarak fasade terhadap jalan, perbedaan lainnya adalah letak sekolah. SDN Menur Pumpungan berada pada tipei jalan persimpangan, dan letak kelas objek penelitian berada pada raha persimpangan. Aktifitas pada jalan persimpangan cenderung lebih padat.

2. Desain fasade pada ke dua kelas (objek) penelitian mempengaruhi kemampuan TL pada masing-masing material maupun secara komposit dalam pengurangan kebisingan yang merambat masuk ke dalam ruang kelas. Bukaan pada dinding fasade memiliki nilai TL yang lebih rendah dibandingkan dengan elemen dinding secara keseluruhan. Nilai TL fasade yang terbaik ditemukan di kelas inklusi SDN Menur Pumpungan karena penggunaan material Double brick cavity plaster

3. Secara keseluruhan, elemen serapan ruang pada semua objek dalam kondisi existing belum mampu memenuhi nilai waktu dengung yang dibutuhkan, sehingga perlu adanya perbaikan dengan cara yang menyesuaikan dengan kondisi masing-masing kelas. Perlakuan akustik tidak bisa disamakan karena kondisi antara satu kelas dengan kelas lainnya memiliki perbedaan karakteristik. Pada kelas inklusi, sistem belajar cenderung berkelompok jika dibandingkan dengan sistem belajar pada kelas reguler (bab 4 sub bab 4.1)

4. Serapan material pada ruang penerima, selain sebagai pengendali akustik dalam variabel Waktu dengung (RT), dalam penelitian ini digunakan juga sebagai pengendali kebisingan dalam penurunan tingkat tekanan kebisingan yang merambat masuk ke dalam ruang penerima / ruang kelas. Penggunaan serapan



material ruang penerima ini dikarenakan kemampuan Transssmission Loss (TL) fasade tidak mampu memenuhi kebutuhan NR pada masing-masing kelas.

5. Pemilihan material pada perlakuan akustik (TL dan RT) disesuaikan dengan kondisi kelas dan kebutuhan anak autis yang berada di dalamnya, sehingga masing-masing kelas memiliki aplikasi desain yang tidak sama. Pertimbangan yang digunakan adalah kepekaan anak autis terhadap rangsangan bunyi, bentuk, tekstur, bau dan warna sebuah objek yang akan mempengaruhi sikapnya.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Peneletian ini bertujuan mengevaluasi kualitas akustik bagi anak-anak berkebutuhan khusus, dalam kasus ini adalah anak autis yang memiliki tingkat sensitifitas yang tinggi mengenai sensorik, visual dan sensitif terhadap bunyi-bunyian.

Objek penelitian merupakan kelas inklusi yang memiliki perbedaan fungsi dibandingkan kelas reguler. Sekolah yang terpilih sebagai objek adalah SDN Keputih 245 dan SDN Menur Pumpungan. Objek penelitian berada pada jenis jalan yang sama namun memiliki tingkat kepadatan lalu lintas dan kebisingan yang berbeda, sehingga berpengaruh pada tingkat kebisingan yang dialami objek (ruang kelas).

Objek bangunan memiliki kesamaan pada dinding fasade yang semuanya menghadap langsung ke jalan raya. Objek di SDN Menur Pumpungan tidak memiliki penghalang berupa pagar sekolah yang masif, sedangkan objek di SDN Keputih 245 berjarak jauh dari jalan dan mendapat tambahan sumber kebisingan berupa halaman sekolah yang digunakan sebagai sarana olahraga dan playground. Karakteristik dinding fasade yang dimiliki oleh objek penelitian memiliki kesamaan yaitu adanya bukaan yang menghadap langsung ke jalan raya dengan prosentase yang berbeda-beda (tabel 4.10, sub bab 4.5.2).

Keberadaan bukaan jika dilihat secara akustik justru akan memperbesar nilai transmisi kebisingan yang masuk sehingga perletakan meja belajar haruslah jauh dari pintu ataupun jendela (Agarwal, 2009). Menurut Ernaning (2008) keberadaan bukaan dalam segi akustik ruang akan menguntungkan karena memperkecil pantulan suara di dalam ruang disebabkan suara akan diteruskan ke luar bangunan. Jika suatu bangunan berada pada tipologi jalan persimpangan / mendekati persimpangan, maka nilai kebisingan yang diterima bangunan akan lebih besar (Quartieri, 2010). Kondisi akustik yang terjadi pada objek penelitian

bisa dilihat melalui parameter akustik berupa Background Noise Level (BNL), Transmission Loss (TL) dan Waktu Dengung (RT) yang menjadi variabel sangat dipengaruhi oleh berbagai kondisi existing lingkungan dan bangunan sekolah itu sendiri. Yaitu pengaruh dari sumber kebisingan (halaman, jalan raya, jarak), kemampuan fasade dan elemen ruang.

Setelah melakukan semua tahapan penelitian, dapat dijelaskan kesimpulan sebagai berikut :

1. Kualitas akustik ruang kelas
 - a. Letak kedua kelas inklusi berada pada jalan dengan kepadatan lalu lintas tinggi sehingga menghasilkan tingkat kebisingan yang cukup tinggi dan kebisingan di dalam kelas tidak memenuhi persyaratan NC ruang bagi anak autisme (sub bab 3.8.2.1), sehingga memerlukan adanya penurunan kebisingan melalui perhitungan TL (Transmission Loss). Karena tingginya Noise Reduction (NR) yang dibutuhkan oleh setiap ruang kelas dan belum bisa terpenuhi oleh kemampuan TL fasade, maka perlu adanya penurunan TL yang menggunakan kemampuan serapan ruang material penerima. Hal ini sesuai penjelasan Templeton (1997) bahwa salah satu yang mempengaruhi kemampuan TL adalah kemampuan serapan di ruang penerima, sehingga dalam kasus ini terbukti bahwa arsitektur berperan dalam perencanaan bidang penghalang atau selubung bangunan untuk mengatasi kebisingan dari luar (Szokolay, 2005).
 - b. Terdapat beberapa cara untuk mencapai nilai RT yang diinginkan/sesuai dengan persyaratan sebuah ruang (sub bab 3.8.3.3), dan cara yang paling efektif untuk pencapaian RT sesuai keinginan adalah penambahan bidang dan material baru. Penambahan bidang serta material baru, dalam arsitektur akan mempengaruhi desain ruang yang sudah ada, sehingga perlu adanya pengolahan kembali desain ruang berdasarkan hasil peningkatan kualitas akustik yang perlu memperhatikan kebutuhan anak autisme di dalamnya.
 - c. Bukan pada kedua kelas mengakibatkan perbedaan kualitas akustik TL dan RT yang dimiliki, sedangkan di sisi lain pada ruang kelas juga dibutuhkan untuk pencahayaan dan penghawaan secara alami. Cara yang bisa dilakukan untuk peningkatan kualitas akustik melalui bukaan adalah dengan penambahan bidang

baru berupa penghalang yang sekaligus menyerap kebisingan pada objek jendela dengan material yang mempunyai nilai serapan yang lebih tinggi dari material sebelumnya dan dengan sifat yang transparan, sehingga kebutuhan pencahayaan dan penghawaan ruang kelas masih bisa dipenuhi.

2. Penentuan material pengendali akustik bagi anak autis

a. Material yang digunakan dalam pengendalian akustik disesuaikan dengan kebutuhan anak autis. Pertimbangan pemilihan material adalah yang bisa digunakan sebagai pendukung sarana kegiatan belajar di dalam kelas. Material cork, plywood, rubber memiliki nilai α yang hampir sama. Material mudah dalam aplikasi desain yang sesuai anak autis.

3. Usulan desain ruang kelas bagi anak autis

Akustik adalah elemen yang mempengaruhi perencanaan arsitektur yang berdampak terhadap perilaku anak autis. Selain akustik, elemen lain yang berpengaruh adalah zoning, audio visual dan lighting (Mostafa, 2008:197). Untuk kasus kelas inklusi, aplikasi dari peningkatan kualitas akustik bisa terlihat dari perubahan zoning ruang kelas dan visual pada ruang. Desain baru yang dihasilkan secara akustik berdampak langsung terhadap kemampuan peningkatan kualitas akustik ruang kelas melalui pengolahan semua elemen di ruang penerima.

5.2 Saran

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini terletak pada jenis kelas yang dibedakan menjadi dua tipe, yaitu inklusi dan reguler, sebagai perbandingan antara siswa normal dengan siswa berkebutuhan khusus. Selain itu kebisingan utama yang digunakan adalah kebisingan jalan raya yang berada di sekitar lingkungan sekolah. Batasan lain dalam penelitian adalah kondisi fasade, elemen bukaan dan material serta pemilihan kelas yang menggunakan penghawaan alami.

Dari hasil penelitian yang telah melalui semua tahap hingga pada kesimpulan, maka terdapat beberapa saran yang dijelaskan sebagai berikut :

1. Rekomendasi desain untuk dinding fasade yang lebih baik untuk penanggulangan kebisingan adalah penggunaan material Double brick cavity

plaster khusus pada fasade yang menghadap ke jalan raya. Agar pengurangan kebisingan bisa dimaksimalkan. Letak kelas sebaiknya dijauhkan dari jalan raya (seperti pada SDN Keputih 245) serta penggunaan barrier sehingga kebisingan bisa dinimalkan.

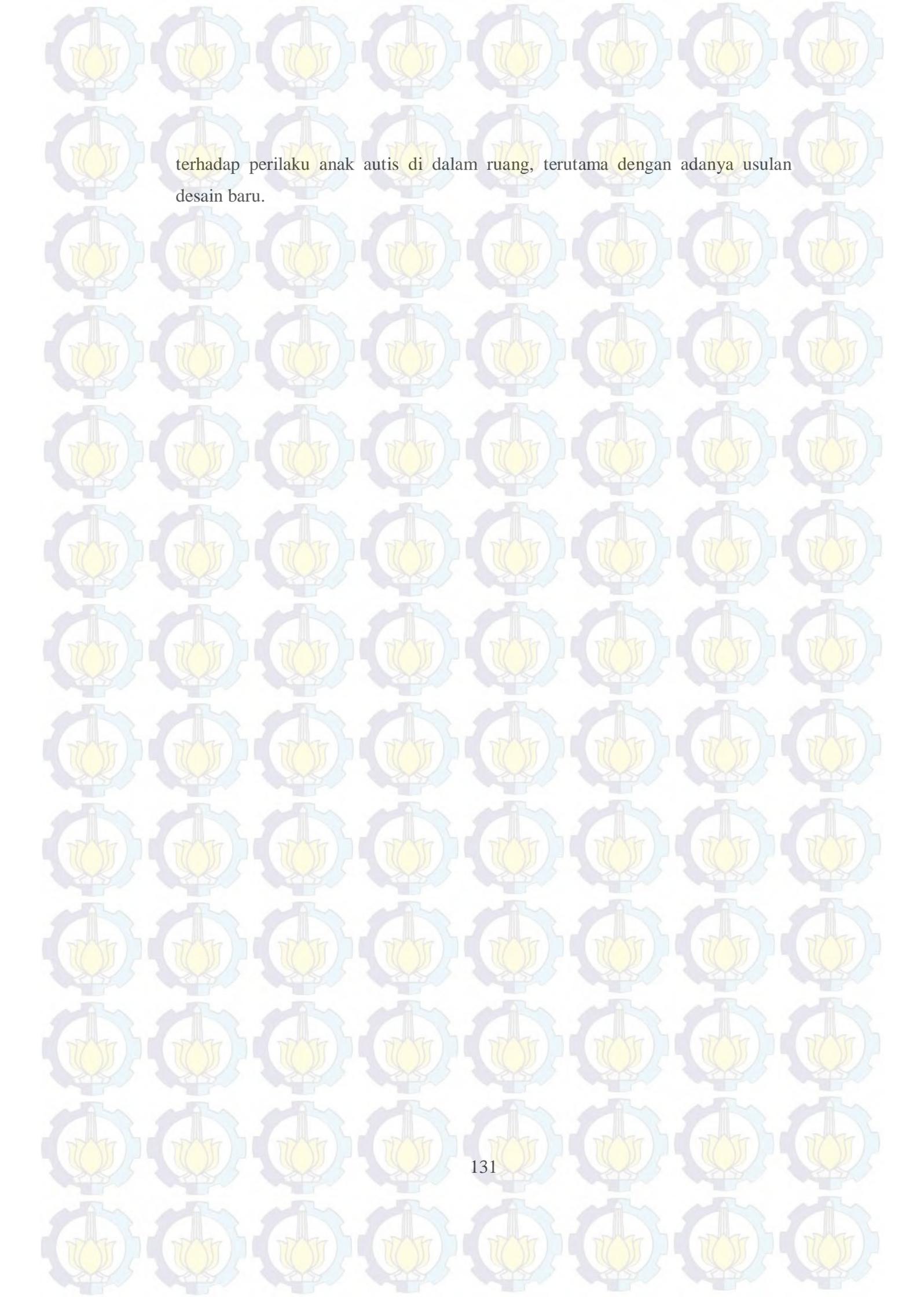
2. Rekomendasi material ruang penerima (interior kelas) sebagai pengurang kebisingan menggunakan panel fiber, plywood, cork dan rubber. Koefisien serapan material cukup untuk mengurangi kebisingan dan memenuhi kebutuhan waktu dengung dalam ruang.

3. Salah satu yang membedakan antara karakteristik objek satu dengan yang lain adalah kondisi fasade dan elemen bukaan (dimensi dan penggunaan material), sehingga terjadi banyak kesimpulan yang kurang fokus karena banyaknya perbedaan karakteristik objek. Pada penelitian kedepannya untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal, maka perlu adanya pemilihan kesamaan karakteristik bangunan / dengan perbedaan yang tidak terlalu mencolok, sehingga hasil yang ada bisa dibandingkan dengan seimbang.

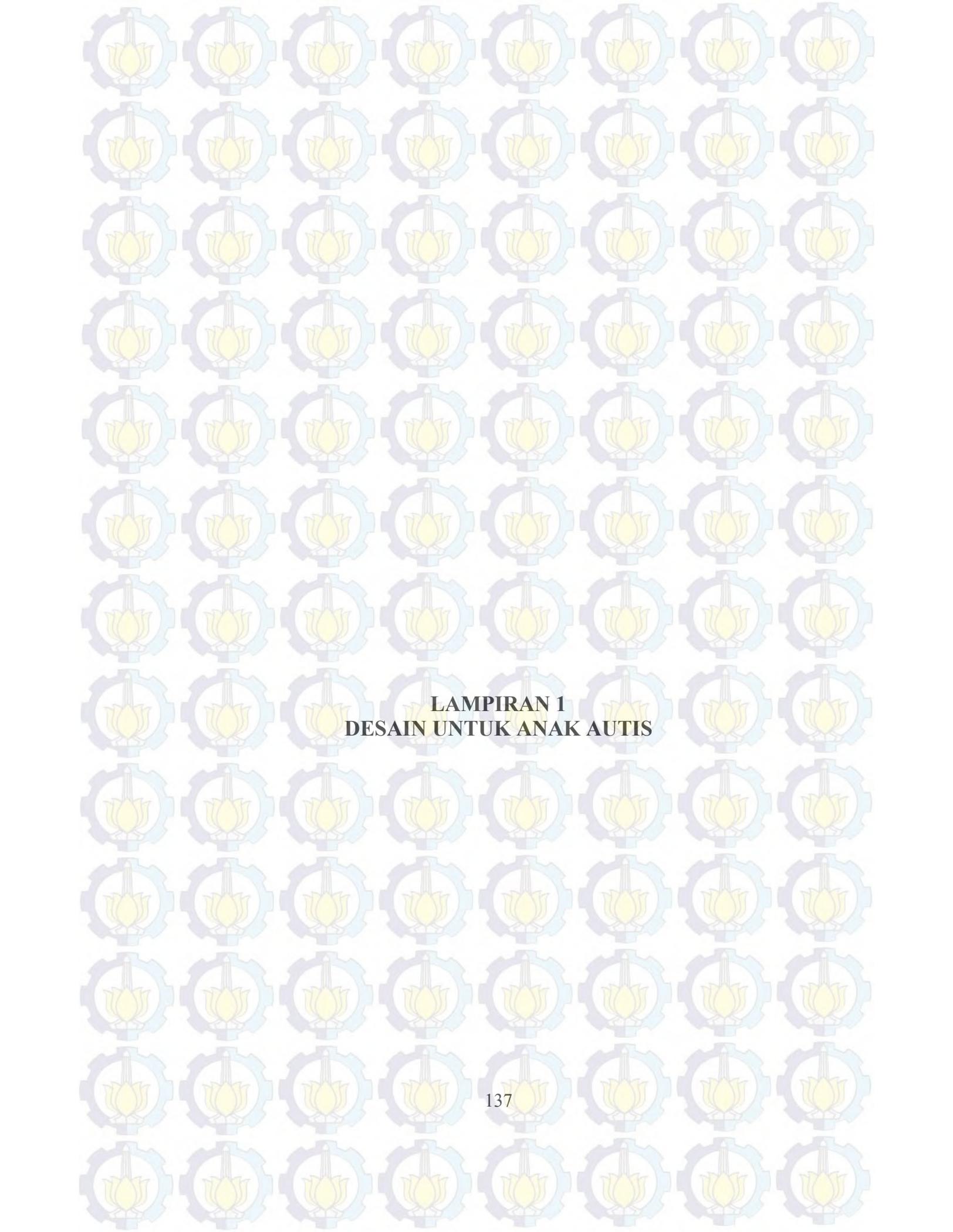
4. Perlakuan akustik untuk ruang kelas perlu memperhatikan kombinasi material fasade dan elemen serapan ruang secara bersamaan, agar bisa diketahui pereduksi kebisingan yang dihasilkan dari kombinasi material fasade (TL Composit) yang dilapisi material serapan ruang penerima pada dinding yang menghadap langsung ke jalan.

5. Perlunya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh bukaan antara akustik dan penghawaan ataupun pencahayaan, karena penelitian dibatasi pada ruang dengan pencahayaan alami. Rekomendasi desain pada penelitian ini terutama pada desain bukaan (pada objek tertentu), lebih difokuskan pada pengendalian akustik untuk meminimalkan kebisingan yang masuk ke dalam ruang dan juga waktu dengung.

6. Pengamatan terhadap perilaku anak autis hanya dilakukan pada kondisi eksisting ruang, di mana belum adanya perlakuan akustik apapun. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai aplikasi rekomendasi desain yang dihasilkan dari hasil simulasi / perlakuan akustik terhadap pemenuhan kebutuhan TL dan RT,



terhadap perilaku anak autis di dalam ruang, terutama dengan adanya usulan desain baru.



**LAMPIRAN 1
DESAIN UNTUK ANAK AUTIS**

1.1 Kriteria Ruang Bagi Anak Antis Secara Umum

Terdapat beberapa acuan mengenai perencanaan ruang bagi anak autis. Clare L. Vogel (2008) dalam *Classroom Design for Living and Learning with Autism* menyebutkan beberapa syarat bagi perencanaan ruang untuk autis, yaitu :

a. *Flexible & Adaptable*

Ruang yang didesain ditujukan agar ruang tersebut terlihat sederhana namun sangat memungkinkan penghuninya untuk beradaptasi dengan baik. Hal sederhana yang bisa dilakukan adalah dalam pengaturan furniture, organisasi ruang dan sirkulasi serta pencahayaan yang akan membantu program pemenuhan kebutuhan anak autis di dalamnya. Pemilihan furniture dengan desain terbuka dan memungkinkan anak leluasa menyimpan barang-barang mereka, akan membuat perkembangan anak meningkat, anak menjadi lebih kompeten dalam kemampuan fisik, mendorong rasa percaya diri dan kemandirian (Curtis & Cramer , 2003).

b. *Non-Threatening / tidak mengancam*

Ruang yang dirancang haruslah memberi rasa aman, tenang, dengan suasana yang ditampilkan adalah mendorong komunikasi antar penghuni. Rasa aman pada ruangan bisa didapatkan dengan penggunaan elemen yang lembut pada furniture dan material. Furniture dan ruangan dihindarkan dari ujung yang tajam dan runcing, sehingga akan membantu bagi anak yang masih susah mengontrol diri untuk menghindarkannya dari cedera dan gangguan sensorik motorik yang dapat memicu perubahan emosi.

c. *Non-Distracting*

Ruang bagi anak autis harus bebas dari berbagai macam gangguan. Seperti kekacauan, bau, gangguan visual dari dalam (poster ataupun hiasan panel pada dinding) maupun dari luar ruang (kegiatan luar ruang), pencahayaan dan gangguan kebisingan. Untuk mengatasi gangguan tersebut, perlu adanya tindakan yang diambil, yaitu :

- Memberikan pembatas berupa *blinds* atau tirai/gorden pada jendela, agar mengurangi keinginan anak untuk melihat ke luar ruang dan untuk mencegah silau dari luar.
- Menghilangkan poster atau hiasan panel dinding yang terlalu rumit/penuh detail, diganti dengan yang lebih sederhana.
- Mengurangi intensitas pencahayaan dan mencoba memaksimalkan pencahayaan buatan.
- Mengurangi kebisingan.

d. Predictable

Bangunan dan ruang didesain agar memudahkan anak autis untuk memprediksi apa yang seharusnya mereka lakukan. Anak-anak autis cenderung belajar secara visual. Solusi untuk permasalahan ini adalah dengan menggunakan gambar atau icon tanda tertentu di dalam kelas, tetapi dibuat dengan sederhana sehingga tidak mengganggu. Ruang kelas harus imageable (Lynch , 1964) dan legible (Weisman, 1981), dimana kelas dengan visualnya harus mampu tergambarkan maksud / pesan / aturan yang ingin disampaikan oleh pengajar, dan siswa didalamnya mampu dengan mudah untuk membacanya. Pesan visual ini dapat didesain pada elemen dinding, lantai, ceiling atau pada furniture.

e. Controllable

Sherrod & Cohen (1978) menjelaskan bahwa Prediktabilitas merupakan salah satu langkah menuju pengendalian. Ketika seorang anak dapat memahami dengan baik lingkungannya, secara emosional, tingkat keamanan emosionalnya meningkat sehingga anak akan lebih mampu mengontrol dirinya. Salah satu cara yang bisa dilakukan dalam desain adalah memisahkan ruang privat (ruang kelas) dengan ruang publik dengan memberikan ruang transisi. Hal tersebut bertujuan untuk menyiapkan anak memasuki ruang belajar agar tidak merasa kaget dan tertekan. Ruang transisi bisa berupa lorong, foyer ataupun koridor.

f. *Sensory-Motor Attuned*

Kemampuan sensorik-motorik anak autisme yang berbeda ditinjau usia dan antara satu anak dengan yang lainnya perlu dikembangkan melalui latihan-latihan tertentu, sehingga sebuah sekolah/pusat rehabilitasi sebaiknya mempunyai ruang khusus untuk melatihnya. Salah satunya adalah sarana gym yang bisa digunakan untuk belajar dan bermain. Jika sekolah tidak memilikinya, bisa menggunakan halaman/playground dengan berbagai macam permainan yang mampu merangsang kemampuan sensorik-motoriknya. Pada sebuah ruang, dapat didesain dengan perbedaan tekstur antara satu elemen dengan elemen yang lainnya.

g. *Safe*

Desain ruang harus memberi keamanan fisik dan emosional anak. Keamanan secara fisik adalah dengan memastikan bahwa anak bebas dari bahaya kabel listrik yang ada dalam ruang, tangga yang terbuka yang harus diberi pegangan, jendela yang berkawat kasa (karena akan melukai permukaan kulit anak), bau cat yang beracun. Keamanan secara emosional adalah anak-anak tetap bisa sesekali melihat orang tuanya di luar kelas namun tanpa melakukan kontak mata. Dengan penggunaan blind / tirai gordien yang transparan, akan memungkinkan anak masih bisa melihat orang tuanya di luar sehingga memberikan rasa nyaman dan aman. Keamanan lainnya adalah dengan pengelompokan belajar ke kelompok yang lebih kecil. Menciptakan ruang dalam ruang, karena dengan hal tersebut, anak-anak akan merasakan kedekatan dan keamanan.

h. *Non-Institutional*

Membuat ruang kelas nyaman mungkin seperti saat anak-anak autisme berada di rumah. Ruang tidak kaku seperti kelas pada umumnya. Ruang kelas didesain dengan warna seperti interior rumah yang menggunakan warna hangat, warna kulit ataupun warna pastel. Permukaan furniture dengan tekstur yang lembut, lebih banyak menggunakan material alami, menempelkan hasil karya anak-anak pada panel di dinding.

i. Karakter visual

Anak autis akan lebih memahami komunikasi secara visual dibandingkan dengan verbal. Missal dengan membuat rangkaian jadwal dan peraturan di dalam kelas secara sederhana dan menarik. Namun sebisa mungkin menghindari benda-benda yang terlalu menarik perhatian, terlalu detail, atau terlalu banyak gambar dalam satu objek.

j. Spasial dalam ruang dan ruang transisi

Anak-anak autis yang bersekolah di sekolah inklusi membutuhkan ruang transisi sebelum memasuki ruang kelasnya. Hal ini dimaksudkan agar anak-anak tidak terlalu tegang/stress saat akan memulai pelajaran. Ruang kelas yang akan digunakan haruslah luas, karena kegiatan belajar mengajar di ruang kelas inklusi anak autis tidak hanya duduk diam di fasilitas duduk, tetapi juga diselingi dengan kegiatan-kegiatan latihan sensorik-motorik (bermain dalam kelompok kecil di dalam kelas).

1.2 Warna Untuk Anak Autis

Warna adalah suatu unsur penting yang telah memberikan perannya dalam kehidupan ini. Menurut Helen Graham (seorang dosen psikologi di Keele University) dalam bukunya “Penyembuhan dengan Warna”, warna adalah kebutuhan kita yang mendasar. Nenek moyang kita menyadari hal ini, dan banyak tradisi penyembuhan kuno dari berbagai kebudayaan mencerminkan adanya kesadaran ini.

Penggunaan warna dalam penyembuhan bukanlah hal yang baru. Sekarang bidang ini disebut terapi warna, yang merupakan penemuan kembali dari beberapa prinsip dan praktek yang sudah diketahui sejak zaman dahulu kala. (Rochmadi. 2010).

Dalam pemilihan warna desain bagi anak autis, maka perlu mempelajari Chromology (psikologi warna). Dalam psikologi warna, dijelaskan bahwa warna mempengaruhi individu secara emosional maupun psikologi. Warna diberbagai budaya digunakan sebagai sarana untuk penyembuhan dan pencapaian keseimbangan hidup.

1.2.1 Penderita autis melihat warna dengan berbeda.

Warna akan memberi pengaruh emosional yang berbeda-beda terhadap setiap individu, berdasarkan pada masing-masing kondisinya. Warna merupakan salah satu hal yang memberi efek pada penderita autis, selain visual, suara, sinar matahari, perubahan tekanan udara dan bau. Denise Turner, dalam *Color & Autism: Seeing Color through Autistic Children's Eyes* menyebutkan bahwa 85% anak-anak penderita autis melihat warna dengan intensitas yang lebih besar. Denise juga mengungkap teori yang berhubungan antara warna dan autis, yaitu penderita autis memiliki peningkatan yang signifikan dalam diferensiasi warna. Terdapat perubahan efek yang dipengaruhi oleh warna, dan pada penelitian Turner sebelumnya bahwa manusia memiliki respon alami terhadap warna-warna tertentu.

Jeannie Davide-Rivera (2014) dalam *Autism and Color* membagi warna untuk autis menjadi 3 bagian, yaitu : *Problematic Colors*, *Beneficial Colors* dan *Ambiguous Colors*.

a. *Problematic colors*

Problematic Colors merupakan warna-warna yang langsung memberi dampak buruk/kurang menyenangkan bagi anak autis, meskipun secara umum mempunyai arti yang baik. Warna-warna tersebut adalah merah yang diartikan sebagai “the red stop sign”, Kuning – Yellow *Cautionary Light*, Abu-abu dan Hitam.

b. *Beneficial colors*

Merupakan warna-warna yang memberikan banyak keuntungan atau pengaruh positif, terutama bagi anak autis dalam masa terapinya., sehingga jenis warna ini banyak digunakan pada elemen ruang dan pada sarana pendidikan/terapi lainnya. Yang termasuk dalam beneficial colors adalah orange, pink, biru laut an hijau.

c. *Ambiguous Colors.*

Warna ambigu merupakan warna yang memiliki banyak sisi positif dan negatif. Tergantung pada kondisi masing-masing anak saat menghadapi warna ini. Warna ini sering digunakan tapi tidak dalam skala yang besar. Biasanya hanya sebagai pelengkap ataupun *point of interest*. Sedangkan warna yang termasuk dalam jenis ini adalah ungu/violet, putih dan coklat. Berbagai jenis warna dan pengaruhnya dalam dilihat penjelasannya dalam table berikut :

Tabel 2-~~Error! No text of specified style in document.~~-1 Perbandingan Warna Dan Pengaruhnya

Warna	pengaruh	
	Secara umum	Bagi anak autis
<i>Problematic Colors</i>		
<i>Merah</i>	Symbol perasaan yang kuat, kegembiraan, hangat, penuh energy, berani	rasa cemas, gelisah, agresif dan kemarahan
<i>Kuning</i>	- Bersifat lebih subjektif - Kebahagiaan, semangat hidup - mudah ditangkap oleh mata (karena memiliki gelombang warna yang panjang) - merangsang proses berfikir	Kebosanan, kecemasan, ketakutan, gangguan pencernaan, cepat membuat mata lelah.
<i>Abu-abu</i>	- tenang, sedih, kemalasan	Tenang, malas (lebih dipengaruhi perilaku di sekitarnya dibanding neoriknya)
<i>Hitam</i>	kecanggihan, formalitas, elegan	depresi dan ingin menarik diri dari lingkungannya / pergaulannya
<i>Beneficial Colors</i>		
<i>Orange</i>	Memberi energy, menyegarkan, kehangatan	merangsang nafsu makan, memudahkan untuk fokus.

		Membuat nyaman
<i>Pink</i>	, kebahagiaan, ketenangan, dan kenyamanan	membantu anak autis berkonsentrasi
<i>Biru laut</i>	menenangkan emosi, mengurangi depresi, mengurangi insomnia. Meningkatkan kreativitas,	yang menenangkan, nyaman dan bersifat tidak membuat anak merasa terancam.
<i>Hijau</i>	Menenangkan depresi	Tidak melelahkan bagi mata, menenangkan, mengembalikan keseimbangan emosional.
Ambiguous Colors		
<i>Ungu</i>	merangsang proses berfikir yang lebih tinggi, rasa intuisi dan imajinasi	- mengurangi nyeri, rasa sakit pada kondisi neurologis seperti multiple sclerosis dan fibromyalgia - dalam skala besar menyebabkan efek dingin, sombong dan depresi.
<i>Putih</i>	menciptakan rasa pada sebuah ruang	-warna putih yang terlalu terang dapat mengacaukan sensitifitas visual anak
<i>coklat</i>	Menenangkan, memberi kesan sederhana.	Dalam skala yang besar dapat membuat anak merasa tersudut / tertekan

Sumber : Jeannie Davide-Rivera(2014) dalam <http://autism.answers.com/autism-spectrum>

1.2.2 Panduan Warna Dalam Lingkungan Anak Autis

Kamar/ ruang dengan terlalau banyak warna dan corak / motif akan menimbulkan efek kekacauan dan mengganggu bagi anak autis. Mata anak autis tidak dapat fokus pada semuanya. Karena setiap anak autis memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam menangkap warna.

a. Kamar tidur

Fungsi kamar tidur adalah ruang yang membuat anak merasa damai, tenang dan kondusif untuk istirahat. Warna untuk ruangan ini sebaiknya menghindari warna primer yang kuat. Carolyn Feder dalam *Autism & Colors*, menyarankan penggunaan warna dengan rona yang tenang, seperti biru muda, hijau lembut dan warna ungu sebagai peredamnya.

b. Area bermain

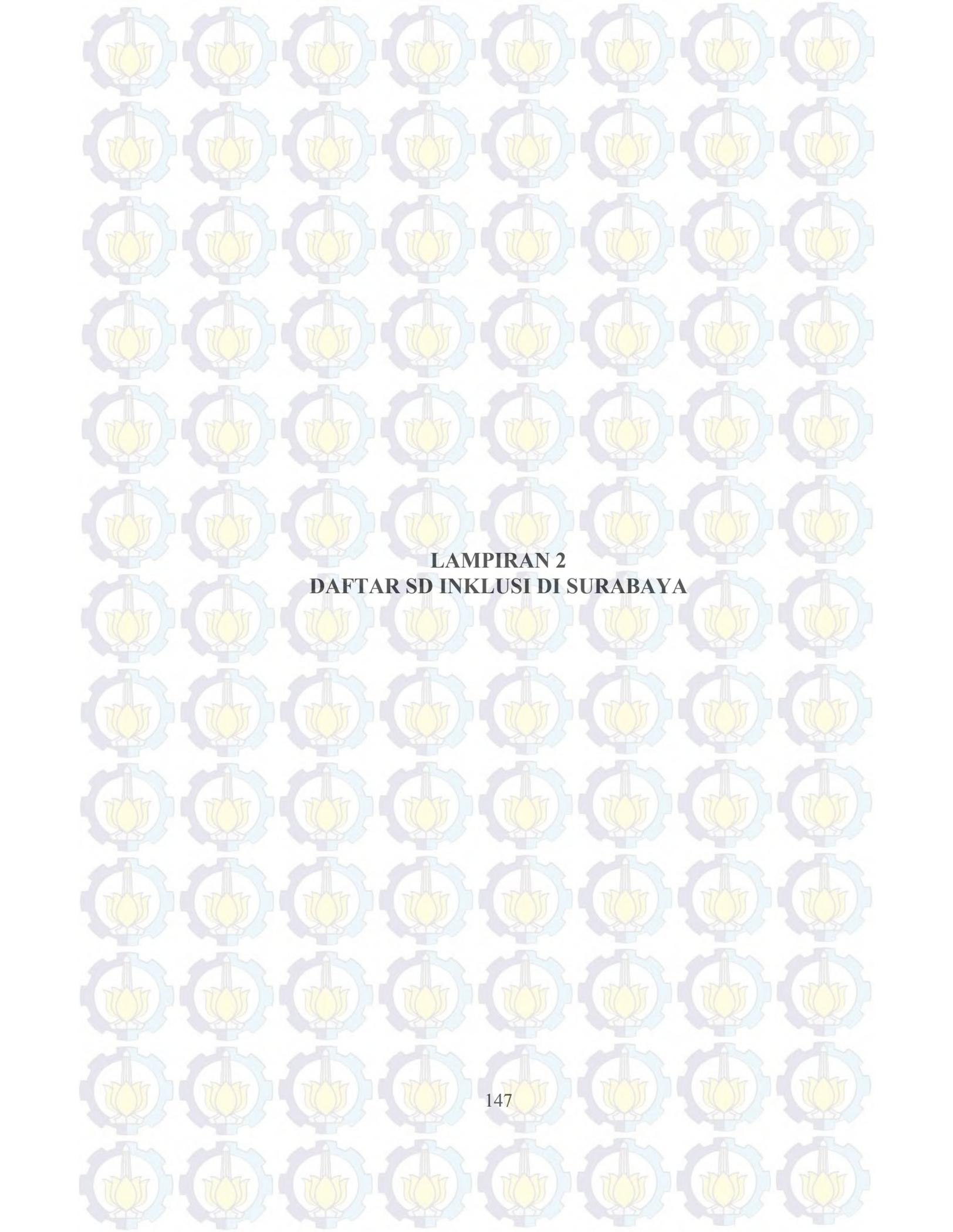
Arena bermain berfungsi sebagai sarana peningkatan stimulasi dan imajinasi anak. warna dengan rona cerah dan menggunakan warna yang lebih hidup. Tetapi jika anak autis memiliki tingkat sensitifas lebih tinggi, dapat diselingi dengan warna hijau yang lembut (Lyne Harrison, dalam *Autism & Color*).

c. Ruang kelas dan ruang belajar

Penggunaan warna kuning dihindari karena efeknya terlalu kuat dalam merangsang emosional. Warna ungu dapat digunakan karena merangsang proses berfikir lebih tinggi, rasa intusi anak dan imajinasi. Selain itu, warna dengan nada lembut, dapat menjadi warna yang kondusif dalam ruang belajar anak. contoh warna yang direkomendasikan adalah pink yang lembut, karena merupakan warna netral dan tidak mengganggu.

d. Dapur dan ruang makan

Kegiatan makan dan menyiapkan makanan bagi anak autis menjadi tantangan bagi terapis/ orang tua. Selain harus selektif dalam memilih bahan makanan, untuk menunjang kegiatan juga bisa menggunakan warna orange dan merah yang dapat memberi efek merangsang nafsu makan.

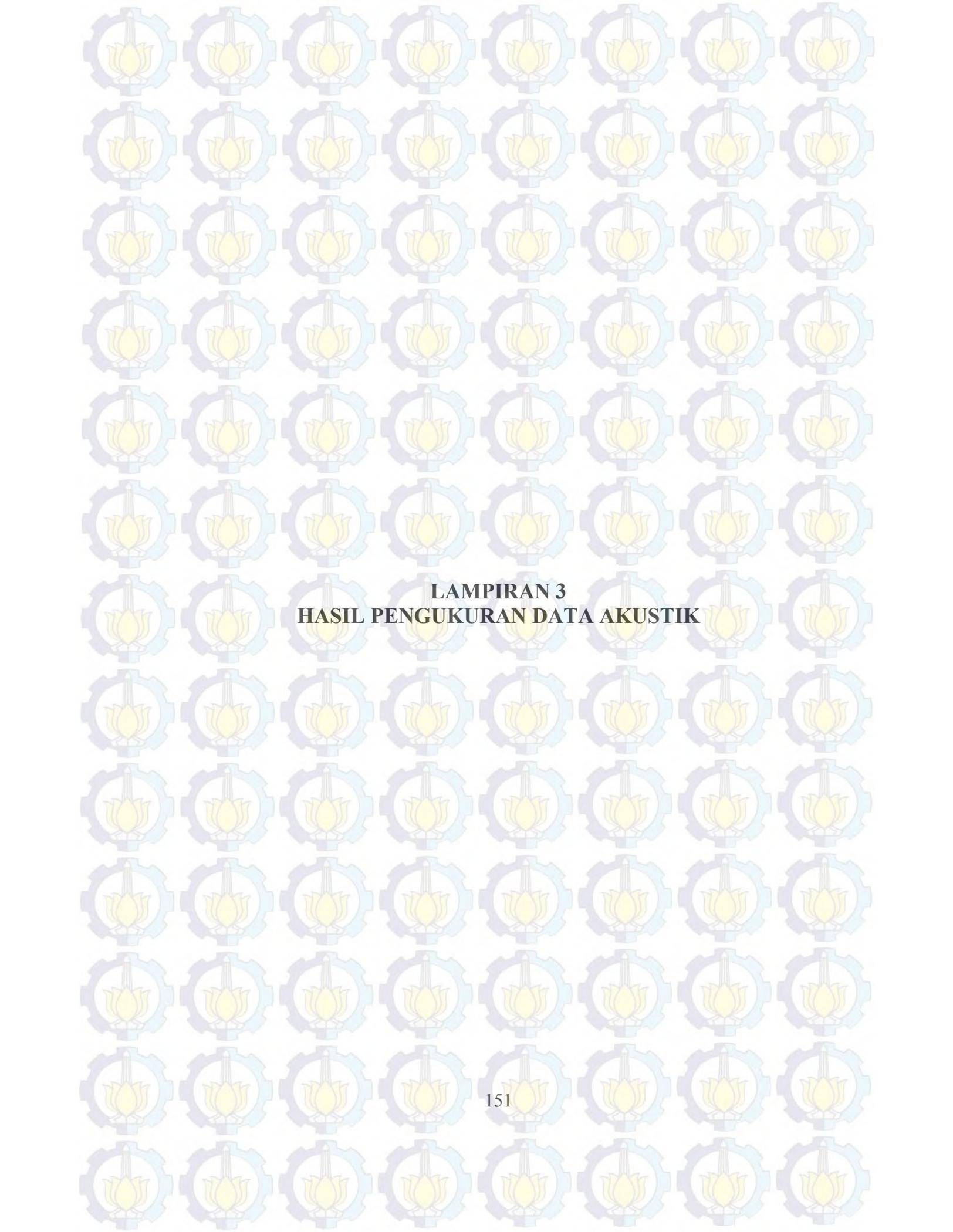


LAMPIRAN 2
DAFTAR SD INKLUSI DI SURABAYA

Daftar SDN Inklusi Surabaya

Kecamatan	Nama Sekolah	Alamat
Benowo	SDN KANDANGAN I / 121	Jl. Raya Kandangan 28 - 30
Bubutan	SDN GUNDIH I	Jl. Dupak 22
Bulak	SDN KOMPLEK KENJERAN II / 506	Jl. Wiratno 2
Dukuh Pakis	SDN DUKUH KUPANG III /490	Jl. Kupang Indah VII 42 - 44
Gayungan	SDN GAYUNGAN II/423	Jl. Gayungsari VII 17 - 21
	SDN KETINTANG II / 410	Jl. Prof. Soepomo, SH No. 1
Genteng	SDN PENELEH I/304	Jl. Klimbangan I/15
Gubeng	SDN MOJO IX/228	Jl. Kalidami III / 1
Gununganyar	SDN GUNUNGANYAR NO. 273	Jl. Perum IKIP Gununganyar
Karangpilang	SDN KARANGPILANG I	Jl. Mastrip Gg. Merpati 39
Kenjeran	SDN SIDOTOPO WETAN IV/558	Jl. Randu 100
	SDN TANAH KALIKEDINDING I/251	Jl. Kalilom Lor Indah 1-3
Krembangan	SDN KEMAYORAN II / 25	Jl. Kemayoran Baru 88
Lakarsantri	SDN SUMUR WELUT I / 438	Jl. Raya Sumur Welut
Mulyorejo	SDN SUTOREJO II/241	Jl. Labansari 1
Pabean Cantian	SDN KREMBANGAN UTARA III/606	Jl. Teluk Betung 64
Pakal	SDN PAKAL I	Jl. Sidorejo
	SDN BABAT JERAWAT I	Jl. Raya Babat Jerawat 1
	SDN BENOWO III/126	Jl. Raya Benowo III/126
Rungkut	SDN KALIRUNGKUT I/264	Jl. Puskesmas 8
Sambikerep	SDN SAMBIKEREPI I/479	Jl. Raya Sambikerep 41
Sawahan	SDN BANYU URIP V / 366	Jl. Girilaya VII/ 48
	SDN PAKIS VIII	Jl. Bintang Diponggo Kav 874
	SDN PETEMON II	Jl. Tidar 211
Semampir	SDN SIDOTOPO I/ 48	Jl. Sidotopo Lor 68
	SDN WONOKUSUMO IV / 43	Jl. Wonokusumo Tengah No.4
	SDN WONOKUSUMO X / 596	Jl. Wonokusumo III/1
	SDN UJUNG XII / 37	Jl. Benteng Miring 4

Simokerto	SDN SIDODADI II / 154	Jl. Srengganan Lebar 8
Sukolilo	SDN KEPUTIH 245	Jl. Arif Rahman Hakim
	SDN KLAMPIS NGASEM I	Jl. ARIF RAHMAN HAKIM NO. 99 C
	SDN KLAMPIS NGASEM II	JL. KLAMPIS ANOM XI/1
	SDN MENUR PUMPUNGAN V	Jl. Manyaredjo I/37
	SDN MENUR PUMPUNGAN	Jl. Menur Pumpungan no 28.
Sukomanunggal	SDN SONOKWIJENAN II/96	Jl. Sono Indah IV / 12 - 14
Tambaksari	SDN PACARKELING IX / 190	Jl. Gresikan II/ 14 A
Tandes	SDN TANDES KIDUL I/110	Jl. Tandes Kidul 94
Tegalsari	SDN KEDUNG DORO II/307	Jl. Kedung Rukem V/ 4
	SDN WONOREJO V/316	Jl. Tempel Sukorejo I/ 55
Tenggilis Mejoyo	SDN KUTISARI I/268	Jl. Kutisari Selatan 22
Wiyung	SDN BABATAN V/460	Jl. Menganti Babatan 17
Wonocolo	SDN BENDUL MERISI 408	Jl. Bendul Merisi Besar Timur 35
	SDN MARGOREJO IV/406	Jl. Bendul Merisi Besar No. 82
	SDN. MARGOREJO III	Jl. Bendul Merisi Besar No. 82
	SDN SIDOSERMO I / 427	JL. SIDOSERMO PDK I/7
Wonokromo	SDN NGAGEL REJO III/398	Jl. Bratang Wetan I/ 16



LAMPIRAN 3
HASIL PENGUKURAN DATA AKUSTIK

1.1 Hasil Pengukuran Akustik SDN Keputih 245

Tabel Hasil Data Pengukuran di Luar Dinding Kelas Inklusi SDN Keputih 245								
No	Durasi (WIB)		Parameter (Freq. Hz)					
	Mulai	Selesai	Leq (dBA)	L01 (dBA)	L10 (dBA)	L50 (dBA)	L90 (dBA)	L99 (dBA)
1	7	7.1	78.6	87.3	80	78.5	76.7	78.6
2	7.1	7.2	80.5	85.6	82.8	79.4	77.4	80.5
3	7.2	7.3	80.5	87.1	82.6	79.5	77.3	80.5
4	7.3	7.4	80.5	86.8	83	79.6	77.3	80.5
5	7.4	7.5	80.6	87.3	83.1	79.8	77.3	80.6
6	7.5	8	80.6	87.3	83.1	80.1	77.6	80.6
7	8	8.1	80.9	87.2	83.4	80.2	77.7	80.9
8	8.1	8.2	81	87.8	83.4	80.1	77.7	81
9	8.2	8.3	81.4	87.7	83.4	80.1	77.8	81.4
10	8.3	8.4	81.3	87.7	83.3	80.1	77.8	81.3
11	8.4	8.5	81.2	88	83.3	80.1	77.8	81.2
12	8.5	9	81.3	88.8	83.3	80.1	77.8	81.3
13	9	9.1	81.3	89.4	83.9	80.1	77.8	81.3
14	9.1	9.2	81.7	90.5	84.2	80.3	77.8	81.7
15	9.2	9.3	82	87	85.2	80.4	77.9	82
16	9.3	9.4	82.6	88.6	81.4	80.6	78	82.6
17	9.4	9.5	81.4	87.2	81.4	80.6	79	81.4
18	9.5	10	81	83.7	81.3	80.5	78.3	81
19	10	10.1	80.9	82.6	80.5	80.5	78.9	80.9
20	10.1	10.2	81.4	82.6	80.1	80.4	79.8	81.4
21	10.2	10.3	82.2	81.6	80.4	80.5	78.9	82.2
22	10.3	10.4	82.6	83.8	79	80.2	79.4	82.6
23	10.4	10.5	82	82.6	80.2	80.1	78.3	82
24	10.5	11	81.4	82.2	79.3	80	77.5	81.4
25	11	11.1	81	82.4	78.6	79.8	77	81
26	11.1	11.2	80.9	81.6	78.6	80.9	76.8	80.9
27	11.2	11.3	80.9	81	79.3	80.2	76.7	80.9
28	11.3	11.4	81	81.4	77.8	80.5	77.2	81
29	11.4	11.5	81.2	82.6	79	80.4	79.8	81.2
30	11.5	12	81.4	82.6	79.3	80.1	77.3	81.4

**Hasil Existing LP Indoor Kelas
Inklusi SDN Keputih 245**
06 November 2013, 07:00 WIB

Freq	nilai (dB)
125	62.50
250	62.90
500	61.20
1000	59.90
2000	53.10
4000	46.90

Hasil Pengolahan Data Pengukuran Dalam Ruang Kelas Inklusi

SDN Keputih 245

06 /11/2013 jam 07:00

waktu	Frekuensi (Hz)	NR (dB)
1 jam pertama	125	24.4
	250	19.53
	500	19.02
	1000	19.69
	2000	24.17
	4000	33.32
1 jam kedua	125	25.37
	250	20.45
	500	19.98
	1000	20.22
	2000	24.67
	4000	34.77
1 jam ketiga	125	25.23
	250	20
	500	20.47
	1000	20.52
	2000	25.03
	4000	34.85
1 jam keempat	125	20.07
	250	17.02
	500	20.55
	1000	20.38
	2000	25.7
	4000	34.85
11.00 – 12.00	125	19.43
	250	15.87
	500	19.87
	1000	20.42
	2000	24.37
	4000	34.17

3.2 Hasil Pengukuran Akustik SDN Menur Pumpungan

Hasil Data Pengukuran Existing LP Outdoor Kelas Inklusi SDN Menur Pumpungan

No	Durasi		Parameter (Freq. Hz)					
	Mulai (WIB)	Selesai (WIB)	Leq (dBA)	LOI (dBA)	L10 (dBA)	L50 (dBA)	L90 (dBA)	L99 (dBA)
1	7.00	7.10	82.4	90.3	85.7	80.3	75.7	72.8
2	7.10	7.20	82.4	90.2	85.7	80.2	75.5	72.6
3	7.20	7.30	82.7	90.8	85.9	80.3	75.5	72.6
4	7.30	7.40	82.8	91	86.1	80.3	75.4	72.4
5	7.40	7.50	83.1	91.5	86.2	80.3	75.3	72.2
6	7.50	8.00	83.1	91.6	86.2	80.2	75	71.8
7	8.00	8.10	82.9	91.4	86.1	80.1	74.8	71.8
8	8.10	8.20	82.9	91.4	86.1	80	74.8	71.8
9	8.20	8.30	82.9	91.4	86.1	80	74.8	71.8
10	8.30	8.40	83	91.5	86.1	80	74.7	71.7
11	8.40	8.50	82.9	91.4	86.1	80	74.7	71.7
12	8.50	9.00	82.9	91.4	86.2	80	74.6	71.7
13	9.00	9.10	83	91.6	86.2	79.9	74.6	71.7
14	9.10	9.20	83.1	91.6	86.2	79.9	74.6	71.7
15	9.20	9.30	83.1	91.8	86.2	80	74.7	71.7
16	9.30	9.40	83	92	86.2	80	74.7	71.7
17	9.40	9.50	83.2	92	86.3	80.1	74.8	71.8
18	9.50	10.00	83.3	92.1	86.4	80.1	74.8	71.8
19	10.00	10.10	83.4	92.2	86.4	80.2	74.8	71.9
20	10.10	10.20	83.4	92.3	86.4	80.2	74.8	71.8
21	10.20	10.30	83.4	92.3	86.4	80.2	74.9	71.8
22	10.30	10.40	83.4	92.3	86.5	80.3	74.9	71.9
23	10.40	10.50	83.4	92.3	86.4	80.2	74.9	71.9

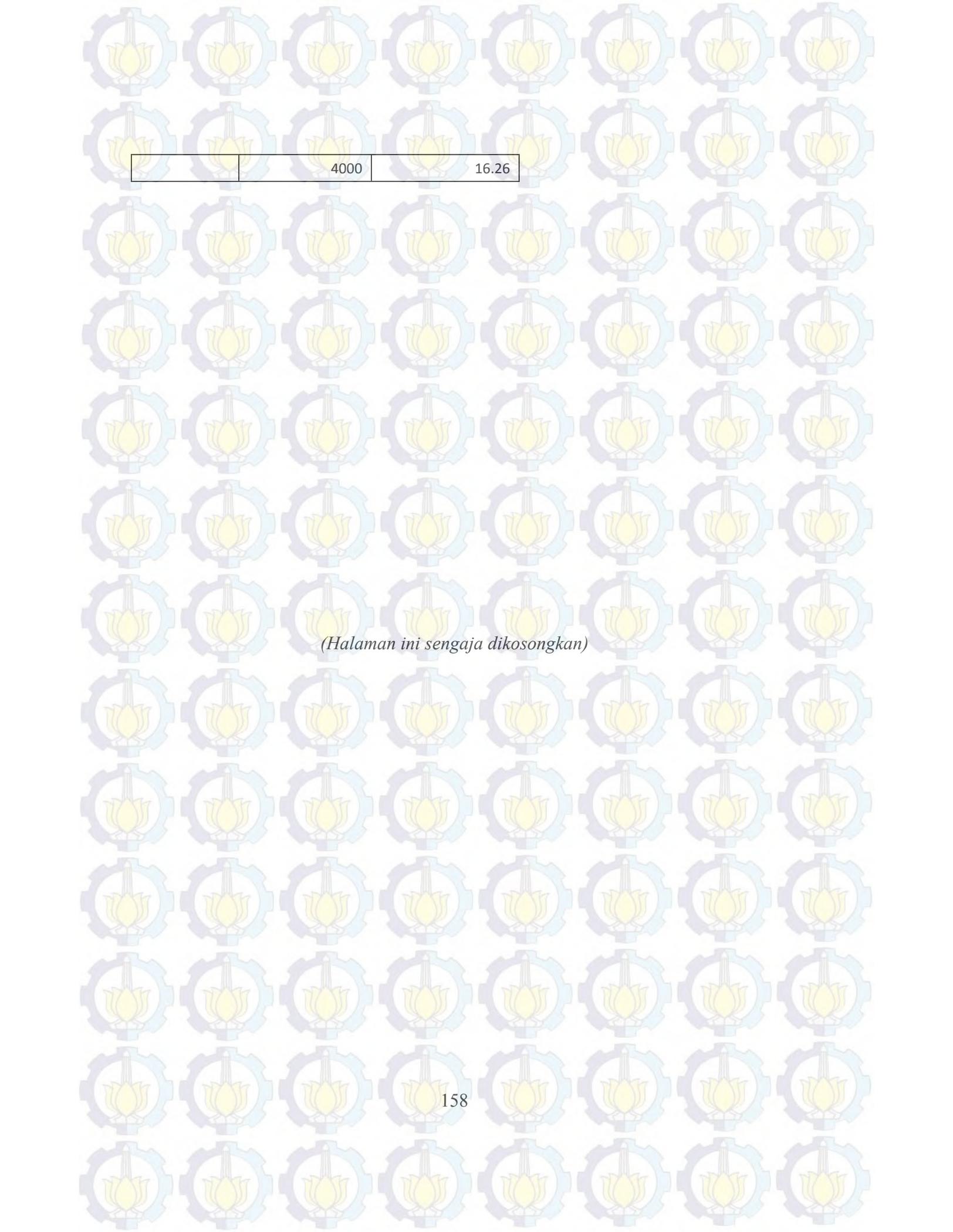
Hasil Data Pengukuran Existing LP Indoor Kelas Inklusi SDN Menur Pumpungan

11 November 2013, 07:10:59 WIB

Freq	nilai (dB)
125	61.80
250	60.10
500	62.40
1000	63.20
2000	60.70
4000	55.30

Hasil Pengolahan Data Pengukuran Dalam Ruang Kelas Inklusi SDN Menur Pumpungan 11 /11/2013 jam 07:10

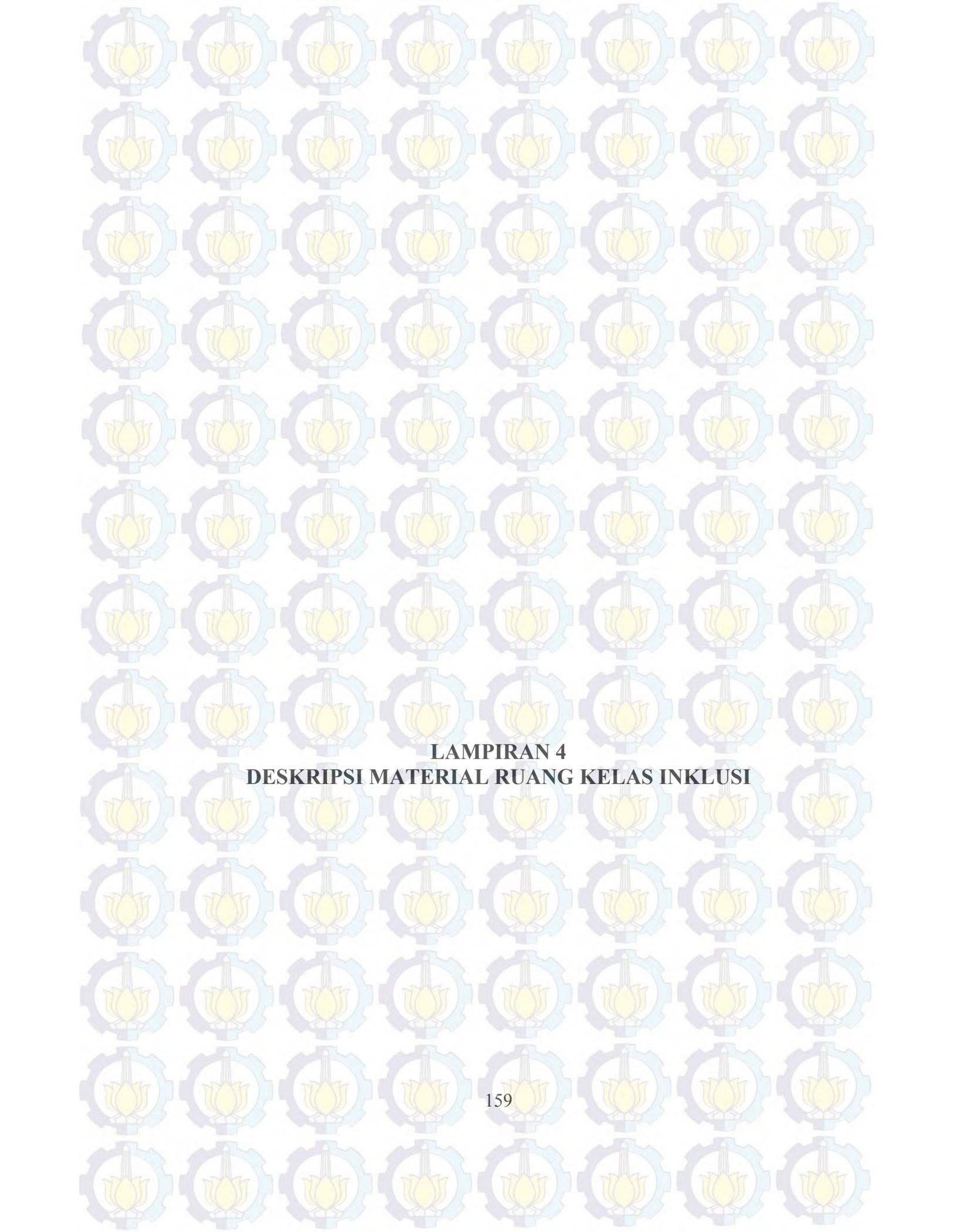
waktu	Frekuensi (Hz)	NR (dB)
1 jam pertama	125	30.4
	250	24.17
	500	17.25
	1000	6.17
	2000	8
	4000	16.8
1 jam kedua	125	30.92
	250	24.32
	500	17.42
	1000	5.92
	2000	7.33
	4000	16.15
1 jam ketiga	125	31.35
	250	24.45
	500	17.62
	1000	5.9
	2000	7.07
	4000	16.13
1 jam keempat	125	31.78
	250	24.62
	500	17.9
	1000	6.12
	2000	7.46



	4000	
--	------	--

		16.26
--	--	-------

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



LAMPIRAN 4
DESKRIPSI MATERIAL RUANG KELAS INKLUSI

1.1 Material Ruang Kelas Inklusi SDN Keputih 245

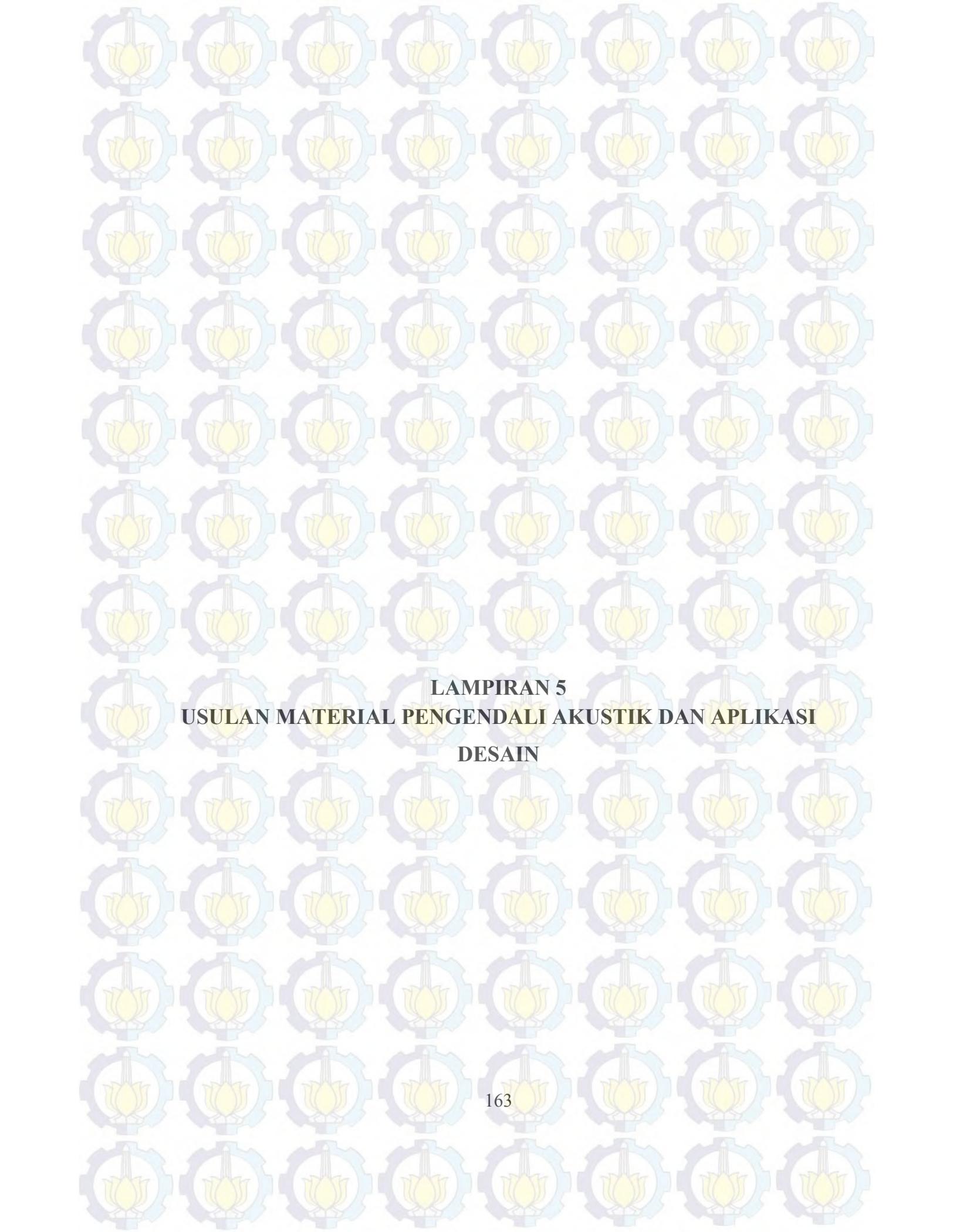
Tabel perbandingan material

Nama objek	existing		redesign		
	material	surface area (m ²)	material Baru	luas baru	keterangan
Ceiling	<i>gypsum board</i>	26.075			tetap
lantai	<i>keramik</i>	26.075			tetap
dinding	batu bata plester	88.23			tetap
pintu	<i>solid oak timber</i>	2	<i>HollowCore Plywood 40mm</i>		pergantian material
kusen pintu + jendela	<i>solid timber</i>	3.281			tetap
kaca depan-belakang	<i>glass</i>	3.927			tetap
void	<i>void</i>	1.922			tetap
almari	<i>plywood</i>	14.112			tetap
papan whiteboard kecil	<i>plastic</i>	2.16			tetap
papan whiteboard Besar	<i>plastic</i>	8.64			tetap
kalender	<i>plastic</i>	0.24			tetap
matras	<i>kain fabric</i>	2			tetap
jendela			<i>Roller Blind plastic</i>	2.9625	penambahan bidang dan material baru
panel hiasan dinding			<i>cork</i>	4.56	penambahan bidang dan material baru

1.2 Material Ruang Kelas Inklusi SDN Menur Pumpungan

Tabel perbandingan material

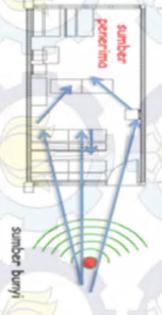
Nama objek	existing		redesign		
	material	surface area(m2)	material Baru	luas baru	keterangan
Ceiling	<i>gypsum board</i>	25.928			
lantai	<i>ConcSlab_Tiles_OnGround</i>	25.928			
dinding	<i>DoubleBrickCavityPlaster</i>	32.5			
	<i>brick plaster</i>	40.625			
	<i>ceramic tile</i>	34.71			
pintu	<i>solid coar oak timber</i>	3.343			
kusen pintu + jendela	<i>solid timber</i>	1.415			
kaca jendela	<i>SingleGlazed_Timberframe</i>	0.819			
void		0.564			
pencahayaian	<i>glass block</i>	0.16			
almari	<i>plywood</i>	12.76			
	<i>glss 6mm</i>	1.579			
papan tulis whiteboard	<i>plastic</i>	1.62			
papan absensi	<i>plastic</i>	2.207			
papan puzzle	<i>rubber 1Cm</i>	2.52			
panel cermin	<i>mirror</i>	1.2			
panel hiasan (kalender, poster)	<i>plastic</i>	3.933	<i>cork</i>	3.933	penambahan bidang baru

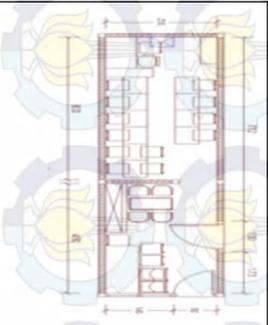
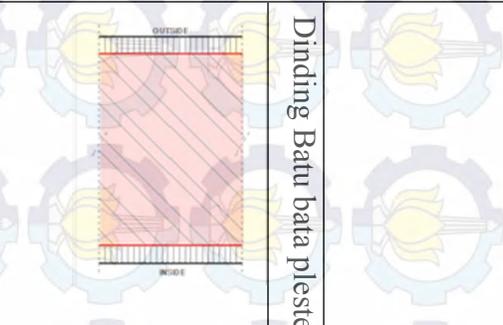
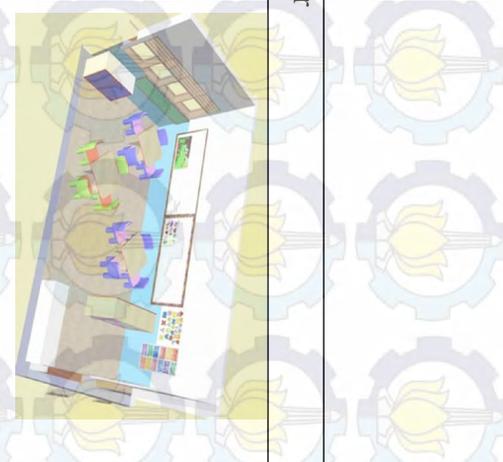


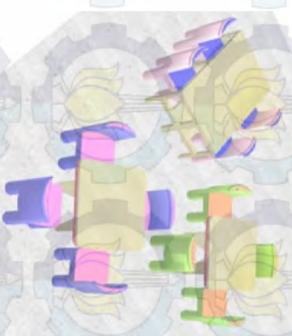
LAMPIRAN 5
USULAN MATERIAL PENGENDALI AKUSTIK DAN APLIKASI
DESAIN

5.1 Pengaruh Material Terhadap Akustik Dan Kebutuhan Anak Autis

Perbandingan Desain Material

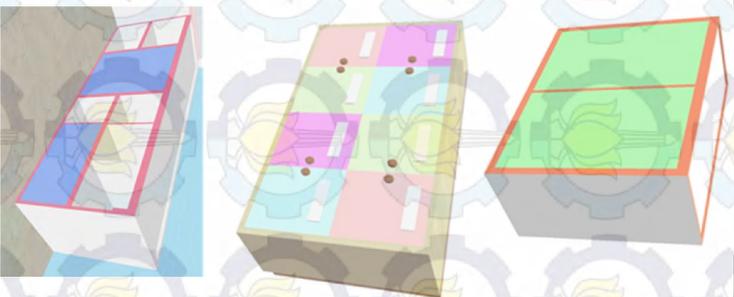
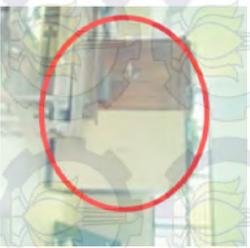
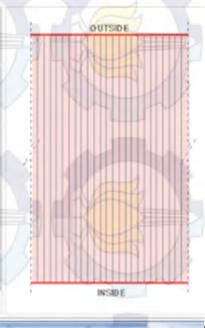
Kondisi eksisting	Aplikasi Usulan material	nilai α material		Pengaruh penggunaan material	
		500Hz	4KHz	Akustik	Anak autis
Layout ruang kelas	 			<ul style="list-style-type: none"> ➢ Area duduk dijauhkan dari jendela dan pintu kebisingan di area duduk ➢ Almari berfungsi sebagai <i>barrier</i> kebisingan dari luar. ➢ tetap sebagai kebisingan dari area 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Perubahan pola sirkulasi dan pengaturan meja belajar dan kedetakan antar siswa ➢ berkelompok → rasa aman dan kedetakan antar siswa ➢ meja antar kelompok belajar diberi jarak sirkulasi yang cukup, sehingga anak-anak bisa lehasa ➢ penyediaan space kosong

				<ul style="list-style-type: none"> ➢ Perubahan sirkulasi, nilai RT tidak berubah. ➢ Serapan penerima sebagai peningkatkan kualitas RT dan TL 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ pola ruang berfungsi meningkatkan kualitas RT dan TL ➢ yang diisi dengan karpet digunakan sebagai area kegiatan story telling → kegiatan anak autis tidak hanya belajar
<p>Dinding Batu bata plester</p> 		0.02	0.03	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Luasan dinding yang paling berpengaruh dalam menghasilkan volume ruang → kemampuan RT 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Warna putih pada dinding batu bata plester serta keramik memberi kesan luas terhadap ruangan yang kecil/ sempit. ➢ Warna biru dapat memberi

				<ul style="list-style-type: none"> ➤ Luasan serapan semakin besar menyebabkan naiknya nilai TL dalam pereduksi bisung 	<p>kesan tenang, tidak mengancam dan meningkatkan kreatifitas anak</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Menghilangkan poster atau hiasan panel dinding yang terlalu rumit/penuh detail, diganti dengan yang lebih sederhana. ➔ <i>Non Distruction</i>
<p>Furniture</p> <p>Area duduk (meja kursi)</p> <p>Solid timber</p>  		0.07	0.04	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dalam simulasi RT, keberadaan area duduk dihitung berdasarkan jumlah penghuni dalam ruang ➤ Meja kursi menyerap bunyi dan meneruskan kembali melalui pantulan ke dinding, lantai dan ceiling 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Menggunakan warna pastel ➔ cream pada meja ➤ Hijau, biru dan soft pink pada kursi ➔ bersih/menenangkan dan tidak membuat mata lelah

➤ Area penyimpanan (rak dan almari)

Plywood



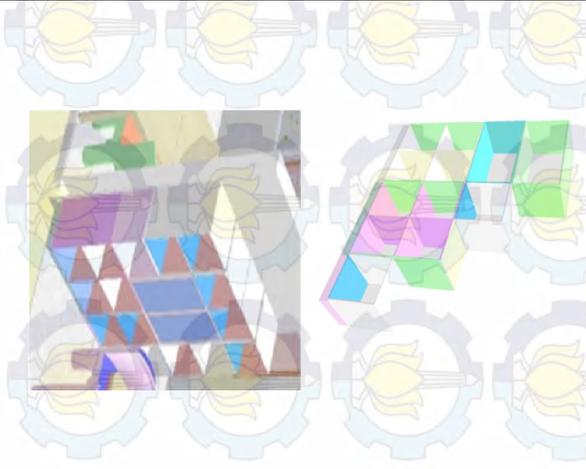
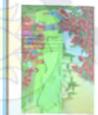
0.25

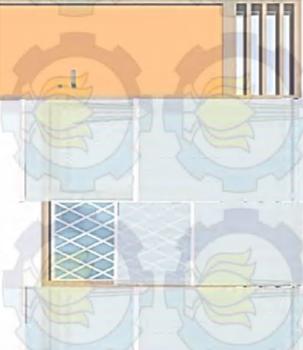
0.14

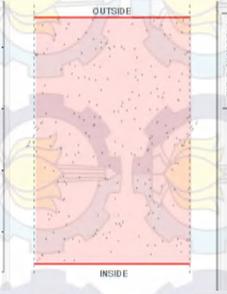
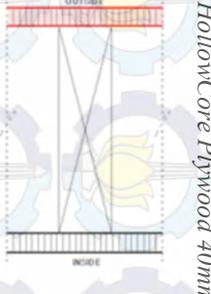
➤ Sebagai barier kebisingan dari luar dan penyerap kebisingan.
 ➤ Bersifat memantulkan bunyi ke objek lain.

juga kembali

➤ Sebagai rak penyimpanan tas / perlengkapan belajar di kelas ➔ anak lebih teratur dan belajar kerapian
 ➤ Pemilihan furniture dengan desain terbuka ➔ anak leluasa menyimpan barang-barang mereka ➔ membuat perkembangan anak meningkat, lebih kompeten dalam kemampuan fisik, mendorong rasa percaya diri dan kemandirian
 (Curtis & Cramer , 2003) ➔ *Flexible & Adaptable*
 ➤ Warna cerah untuk menarik perhatian anak

		0.25	0.14	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fungsi tetap sebagai papan tulis/pengumuman ➤ Fungsi tambahan sebagai panel untuk papan karya hasil para siswa ➤ Permukaan tidak kasar dan tidak berbau tajam
<p>➤ Panel dinding</p> <p>Plastick</p>  <p><i>Papan tulis white board</i></p>	 	0.25	0.14	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Menyerap bunyi dan meneruskannya pada penyerapan oleh material dinding ➤ Membantu menurunkan nilai RT

<p><i>Roller blinds</i> berbahan dasar plastic</p> 				<p>➢ <i>Roller blinds</i> pada jendela dengan desain vertical</p> <p>➢ Penyerap dan barrier kebisingan dari luar (TL)</p> <p>➢ menurunkan nilai RT</p>	<p>➢ Sebagai panel hiasan dinding berupa pengenalan huruf abjad, warna → melatih kreatifitas anak, belajar</p>
<p><i>Cork</i></p> 		0.25	0.14	<p>➢ Membantu dalam kualitas RT dan TL</p>	<p>➢ Berfungsi sebagai papan karya hasil siswa</p> <p>➢ Warna hijau untuk efek menenangkan dan tidak melelahkan pandangan anak-anak.</p>

					<p>➤ dijadikan rangkaian jadwal dan peraturan di dalam kelas secara sederhana ➔ melatih visualisasi anak dan disiplin ➔ ruang bersifat <i>predictable</i> & mudah untuk adaptasi</p>
<p>Plywood</p> 					
<p>Bukan Pintu</p>					
<p>HollowCore Plywood 40mm</p> 		0.25	0.14	<p>➤ Menurunkan nilai RT karena bersifat rongga ➔ sehingga RT memenuhi kebutuhan</p> <p>➤ Saat perhitungan TL fasade, material ini justru memperburuk nilai TL.</p>	<p>➤ Menggunakan warna yang cerah ➔ orange ➔ untuk menarik perhatian siswa yang akan masuk ke dalam kelas</p> <p>➤ Efek warna yang menarik dan memberi kean semang</p>

T average	0.000456122	T average	0.000207897	T average	#####
TL Composit	33.40918543	TL Composit	36.82162378	TL Composit	41

sumber :<http://www.riegbc.co.jp/en/product/templeton>,
1997

TL Material Existing Fasade kelas Inklusi SDN Menur Pumpungan					
1000		2000		4000	
TL	T	S*T	TL	T	S*T
56	0.000003	0.000066	73	0.000000	0.000001
35	0.000316	0.000051	35	0.000316	0.000316
ΣT		0.000117	ΣT		0.000051
T average		4.40738E-06	T average		1.96149E-06
TL Composit		53.55819594	TL Composit		57.07838357
					TL Composit
					T average
					TL Composit
					57.3176146

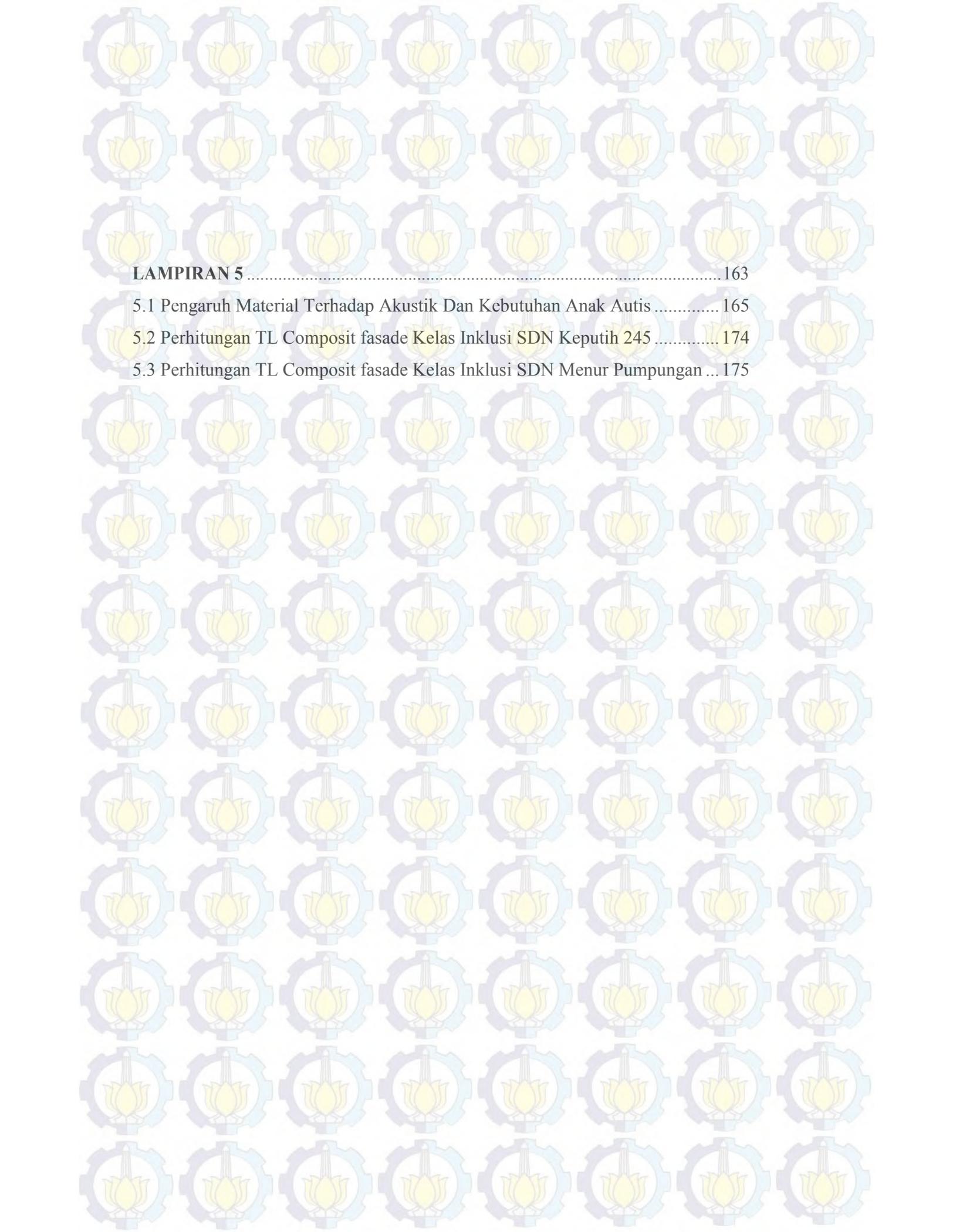
TL Material Treatment Fasade kelas inklusi SDN Menur Pumpungan											
objek	existing / material	S	TL / material 125			250			500		
			TL	T	S*T	TL	T	S*T	TL	T	S*T
dinding	DoubleBrickKavitPlaster	26,3	34	0.000398	0.010479	37	0.000200	0.005252	40	0.000079	0.002091
	ceramic tile	13,55	15	0.031623	0.431651	17	0.019953	0.272353	23	0.000079	0.001084
	glass block	0,16	20	0.010000	0.001600	28	0.001585	0.000254	35	0.000079	0.000013
		40,13	ΣT		0.443729	ΣT		0.277859	ΣT		0.003183
			T average		0.010057025	T average		0.00692379	T average		7.94328E-05
			TL Composit		19.53361699	TL Composit		2.59656109	TL Composit		41

TL Material Treatment Fasade kelas inklusi SDN Menur Pumpungan

	1000		2000		4000	
	TL	T	TL	T	TL	T
56	0,000003	0,000066	0,000000	0,000001	0,000000	0,000001
18	0,015849	0,216338	0,003162	0,043165	0,000100	0,001355
35	0,000316	0,000051	0,000316	0,000051	0,000316	0,000051
ΣT		0,216455		0,043217		0,001416
T average		0,005393701		0,001076998		0,000035
TL Composit		22,6810397		29,67825309		44,5233773

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	137
1.1 Kriteria Ruang Bagi Anak Antis Secara Umum	139
a. <i>Flexible & Adaptable</i>	139
b. <i>Non-Threatening / tidak mengancam</i>	139
c. <i>Non-Distracting</i>	139
d. <i>Predictable</i>	140
e. <i>Controllable</i>	140
f. <i>Sensory-Motor Attuned</i>	141
g. <i>Safe</i>	141
h. <i>Non-Institutional</i>	141
i. Karakter visual	142
j. Spasial dalam ruang dan ruang transisi.....	142
1.2 Warna Untuk Anak Autis.....	142
1.2.1 Penderita Autis Melihat Warna Dengan Berbeda.....	143
a. <i>Problematic colors</i>	143
b. <i>Beneficial colors</i>	143
c. <i>Ambiguous Colors</i>	144
1.2.2 Panduan Warna Dalam Lingkungan Anak Autis.....	146
LAMPIRAN 2	147
LAMPIRAN 3 Hasil Pengukuran Data Akustik	151
3.1 Hasil Pengukuran Akustik SDN Keputih 245	153
Hasil Existing LP Indoor Kelas Inklusi SDN Keputih 245	154
3.2 Hasil Pengukuran Akustik SDN Menur Pumpungan.....	156
LAMPIRAN 4 Deskripsi Material Ruang Kelas Inklusi	159
4.1 Material Ruang Kelas Inklusi SDN Keputih 245	161
4.2 Material Ruang Kelas Inklusi SDN Menur Pumpungan.....	161



LAMPIRAN 5 163

5.1 Pengaruh Material Terhadap Akustik Dan Kebutuhan Anak Autis 165

5.2 Perhitungan TL Composit fasade Kelas Inklusi SDN Keputih 245 174

5.3 Perhitungan TL Composit fasade Kelas Inklusi SDN Menur Pumpungan ... 175

DAFTAR PUSTAKA

- Acoustic Design Of School A Design Guide, Building Bulletin 93
- Alinsod, George,Dkk (2000), “Classroom Design Standart” , General Classroom Design Guidelines, University of Maryland, Baltimore County
- Arizona State University (2011) “Classroom Design Guide”,University Classrooms – Space Management
- Ardianto, Okta Putra Setio (2013), Desain Fasad Dan Penerapan Material Untuk Meminimalkan Kebisingan Pada Bangunan Rawat Inap Multi Bed Berpenghawaan Alami Di Surabaya (Studi Kasus Ruang Rawat Inap Seruni A Rsud Dr. Soetomo Surabaya). Tesis, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Basuki, I. (2005), Penentuan Kualitas Akustik Ruang pada Masjid Berdimensi Joglo dengan Menerapkan Pengukuran Berbasis Monaural, Tugas Akhir, Teknik Fisika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Buchori, (2007), “Kebisingan Industri dan Hearing Conservation Program”, USU Repository
- Magalhaes,Bruno dan Ligia T Silva (2011), “How urban noise can influence the learning-teaching process. Quantitative and qualitative evaluation”, International Journal Of Energy And Environment. Issue 3, Volume 5.
- Bell, A Paul, Thomas C.Greene, Jeffrey D.Fisher and Andrew Baum, (2001), 5th edition, Environmental and Psychology, Thomson Wadsworth, United State of America.
- Smith,BJ, RJ Peter and S Owen (1996). “Acoustics And Noise Control”. Longman group UK, England
- Cavanaugh, William J and Joseph A Wilkes (1999). “ Architectural Acoustics, Principles And Practice”. John Willey and Sons.Inc. Canada
- Designing quality learnin spaces : acoustic

Dockrell, J. E., &Shield, B. M. (2006). "Acoustical Barriers Inclassrooms: The Impact Of Noise On Performance In The Classroom".British Educational Research Journal, 32, 509–525.

Doelle, Leslie L. (1985), Lingkungan Akustik. Gramedia, Jakarta.

Tiesler,Dr Gerhart & Dr Markus Oberdörster (2008), Noise in Educational Institutions. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Federal Institute for Occupational Safety and Health) Friedrich-Henkel-Weg 1–25.

Oberdörster, Dr. Markus & Dr. Gerhart Tiesler (2006). Modern School Acoustics On Teaching Styles,Room Acoustics, Teachers' Health And Pupil Behaviour.Ecophon Group. Germany

Egan, M.David. " Concept in Architectural Acoustics". Mcgraw-Hill Book Company.

Gary W, dkk (2000) "Ten Ways to Provide a High-Quality Acoustical Environment in Schools".

Groat, Linda and David Wang , (2002), Architectural Reseach Methods, John Wiley & Sons, Inc., New York

Himawanto, Dwi Aris, (April 2007) , Karakteristik panelakustik sampah kota pada frekuensi rendah dan tinggi akibat variasi kadar organik. Jurnal Teknik Gelagar, vol 18, no 01 ,

Indrani, Hedy C dkk (2007), "Analisis Kinerja Akustik Pada Ruang Auditorium Multifungsi Studi kasus: Auditorium Universitas Kristen Petra, Surabaya", Dimensi Interior, Vol.5, No.1, Juni 2007: 1-11

Quartieri,J., Dkk (2010). Traffic Noise Impact In Road Intersections.Issue 1, Volume 4

Kristianto, YP Hadi Sumoro. (2011), Pengantar Ilmu Akustik – Suara, Getaran dan Pendengaran, Gramedia, Jakarta

Kamal,Mona dan Reem Abd El-Rahman (2009), Evaluation of Noise Levels affecting Schools in Cairo - Egypt.The Egyptian Environmental Affairs Agency (EEAA), Cairo, Egypt

Mostafa, Magda (2008) , An Architecture For Autism: Concepts Of Design Intervention For The Autistic User. Archnet-IJAR, International Journal of Architectural Research .

Mediastika, C.E.(2005), Akustika Bangunan Prinsip-Prinsip dan Penerapannya di Indonesia, Erlangga, Jakarta.

Mediastika, C.E. (2009), Material Akustik- Pengendali Kualitas Bunyi pada Bangunan, Andi Publisher, Jogjakarta.

Maknun,Johar“Pengaruh Kebisingan Lalu Lintas Terhadap Efektifitas Proses Belajar Mengajar (Studi Kasus SMAN 6 Bandung)”. Jurusan pendidikan Teknik Arsitektur, Universitas Pendidikan Indonesia Siebein,

Pawestri, Titi Ayu,dkk (2011) “Pengaruh Lay Out Bangunan pada Pereduksian Bising Dalam Ruang Kelas Sekolah Dasar di Surabaya” ,Institut Tekonologi Sepuluh Nopember.

Pengendali Kebisingan , June,25, 2010, Environmental sanitation’s Journal

Rochmadi, Didik (2010) “Desain Interior Autisma Center Di Surakarta Dengan Pendekatan Psikologi Perilaku Dan Lingkungan”. Tugas Akhir, Jurusan Desain Interior , FSSR UNS

Shield, B and J Dockrell dan (2005), “The Effects Of Noise On Education In Urban Schools”,Proceedings of the Institute of Acoustics, Vol.27.Pt.2

Setyowati ,Ernaning, (2008) ,Pengaruh Bentuk Arsitektur Masjid Terhadap Kualitas Akustik Ruang , Tesis, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Szokolay, Steven V (2004), “Introduction to Architectural Science The Basis Of Sustainable Design”. Architectural Press.

Templeton, Duncan (1997), “Acoustics In The Built Environment, Advice For The Design Team”. Architectral Press. UK

Wilson, Oriole,dkk (2002) ,“CLASSROOM ACOUSTICS A New Zealand Perspective”, The Oticon Foundation, New Zealand (1976), “Practical Building Acoustics”. Sound research laboratories limited. New York

Internet <http://www.articlesbase.com/mental-health-articles/effects-of-sound-on-autistic-children-what-sounds-really-do-739427.html> entry from

Abhishek Agarwal . (2009), Effects Of Sound On Autistic Children - What Sounds Really Do

Internet . Inclusion, sekolah inklusi , diakses melalui

<http://ranietak5110050.blogspot.com/2010/12/sekolah-inklusi.html> pada 1juni 2012

Internet . www.kompas.com Kelas inklusi gratis(11 juli 2009), diakses pada 4 Juni 2012.

Internet . <http://www.research.marketing.co.id/2011/07/07/awareness-terhadap-dunia-autisme/> . awareness-terhadap-dunia-autisme, 7 Juli 2011, diakses pada 2 Mei 2012.

Internet . <http://ery.djunaedy.com/archives/34>kualitas akustik bangunan sekolah

Internet <http://a11no4.wordpress.com/2010/04/10/gambaran-klinis-autis/>

Internet . www.NRCratings.comNoise Reduction Coefficient (NRC). Diakses pada 8 Juni 2012.

Internet. www.STCratings.comSound Transmission Class (STC). Diakses pada 8 Juni 2012.

Internet , <http://kesehatan.kompasiana.com/kejiwaan/2012/04/03/memahami-psikologi-komunikasi-autisme/> mengenai perilaku anak autis. Diakses pada 9 juli 2012, 07:13

Internet <http://www.everybody.co.nz/page-de754e1d-c6e3-4b0b-9e6b-a27ddad38df6.aspx>

Internet <http://autisticadventures.blogspot.com/2008/04/noise-sensitivity-for-children-with.html> diakses pada 10 Juli 2012

Internet <http://www.senmagazine.co.uk/articles/379-how-can-we-design-autism-friendly-schools.html> diakses pada 11 Juli 2012

Internet <http://www.acousticalsolutions.com/noise-criteria-for-rooms>acoustical solution , diakses pada 25 Juli 2012

Internet <http://www.titus-hvac.com/utility/getfile2.aspx?fileid=7562>engineering guidelines – acoustics, diakses pada 25 Juli 2012

Internet <http://www.tainc.com/newshtml/Noise%20Criteria%20vs%20Room%20Criteria.html> T Horburn A Ssociates, Acoustic and Technology Consultants

Designing Quality Environments, diakses pada 25 Juli 2012

Internet http://www.engineeringtoolbox.com/nc-noise-criterion-d_725.html The Engineering tool box, Noise Criteria , diakses pada 25 Juli 2012

Internet <http://ateam.lbl.gov/Design-Guide/DGHtml/noisecriteria.htm> Noise Criteria, 25 Juli 2012

Internet Http://File.Upi.Edu/Direktori/Fptk/Jur. Pend. Teknik Arsitektur/197106071998021erna_Krisnanto/Menkomunikasikan_Gambar_Tampak_Dan_Potongan.Pdf tentang perbedaan denah, gambar tampak dan potongan, diakses 25 Juli 2012

Internet <http://architecture-ui.blogspot.com/2012/03/hubungan-gambar-denah-tampak-dan.html> Teknik Komunikasi Arsitektur Universitas Indonesia Angkatan 2011, diakses pada 26 Juli 2012

<http://www.ilmusipil.com/klasifikasi-jalan-menurut-fungsi>

<http://idjaz.wordpress.com/2011/01/03/definisi-jalan-pp102000/>

Internet Abhishek Agarwal (2009) diakses melalui

<http://www.articlesbase.com/authors/>

Internet Woeller, Dr. Kurt (2010) diakses melalui

<http://www.articlesbase.com/health-articles/light-and-sound-sensitivity-and-autism-3632456.html>

Internet Morris, Robbert (2003) melalui Managing Sound Sensitivity in Autism Spectrum Disorder: New Technologies for Customized Intervention.

Internet (<http://www.folica.com/hair-101/buying-guides/hair-dryer-guide>)

Internet <http://www.goodfood.com.au/good-food/food-news/din-and-dinner-are-our-restaurants-just-too-noisy-20130805-2r92e.html>

Internet <http://blogs.itb.ac.id/jsarwono/2008/04/05/lima-prinsip-dasar-insulasi-suara-soundproofing/>

BIOGRAFI PENULIS



Nurhidayati, lahir di Sleman, Yogyakarta 11 November 1987. Menyelesaikan pendidikan dasar hingga SMA di Solo, selanjutnya melanjutkan ke Jenjang S1 dengan mengambil jurusan Desain Interior pada Fakultas Sastra dan Seni Rupa UNS. Lulus S1 pada tahun 2010. Tertarik dengan desain berkelanjutan dan ramah lingkungan, sehingga tahun 2011 melanjutkan pendidikan Program Magister bidang keahlian Arsitektur Lingkungan jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan ITS Surabaya.