

729
SET
P e 1

**PENGARUH DISAIN BALKON DAN KANOPI
PADA FASADE BANGUNAN BERTINGKAT
TERHADAP PANTULAN KEBISINGAN LINGKUNGAN
KE DALAM RUANG BANGUNAN**

Studi Kasus : Gedung Yustinus Universitas Katholik Soegijapranata – Semarang

T H E S I S

**Disusun Dalam Rangka Memenuhi Persyaratan
Program Magister Teknik Arsitektur**



Disusun oleh :

**ERNI SETYOWATI
L 4B 098 078**

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG - 2000**

Thesis Berjudul

**PENGARUH DISAIN BALKON DAN KANOPI
PADA FASADE BANGUNAN BERTINGKAT TERHADAP PANTULAN
KEBISINGAN LINGKUNGAN KE DALAM RUANG BANGUNAN
(Studi Kasus : Gedung Yustinus Universitas Katholik SOEGIJAPRANATA)**

Disusun oleh :

ERNI SETYOWATI
L 4B 098078

Telah Dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal 28 Juni 2000
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima
sebagai persyaratan memperoleh gelar magister Teknik
Bidang Ilmu Teknik Arsitektur

Pembimbing Utama



DR. Ing. Ir. Gagoek Hardiman
NIP. 131 287 376

Pembimbing Pendamping

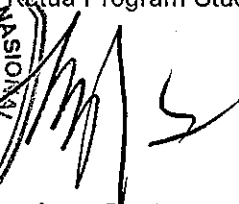


Ir. Hernowo Danusaputro, MT
NIP. 131 601 938

Semarang, 18 Agustus 2000



Universitas Diponegoro
Program Pasca Sarjana
Ketua Program Studi


DR. Ir. Sugiono Soetomo, CES, DEA
NIP. 131 601 938

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan syukur ke hadirat Tuhan Yang Mahaesa, peneliti telah berhasil menyelesaikan penulisan Thesis pada Program Studi Pascasarjana – Magister Teknik Arsitektur – Universitas Diponegoro, Tahun 1999/2000.

Thesis yang berjudul : “ *Pengaruh Disain Balkon dan Kanopi Pada Bangunan Bertingkat terhadap Pantulan Kebisingan Lingkungan ke Dalam Ruang Bangunan* “ ini , mengungkap fenomena- fenomena di Bidang Arsitektur yang berkaitan erat dengan permasalahan ‘ Akustik Lingkungan dan Akustik Bangunan ‘, khususnya pada elemen fasade Bangunan. Tema ini diangkat , mengingat kecenderungan semakin berkembangnya ilmu – ilmu yang berkaitan dengan ‘ Sistem dan Teknologi Bangunan ‘, terutama yang berhubungan dengan masalah ‘ Akustik Lingkungan dan Akustik Bangunan ‘

Thesis yang telah disusun ini tentulah masih jauh dari sempurna, disebabkan oleh karena keterbatasan waktu dan biaya, untuk itu berbagai masukan, saran dan kritik membangun dari berbagai pihak sangat bermanfaat bagi semakin sempurnanya penulisan Thesis ini. Dan dalam kesempatan yang sangat berharga ini, saya sampaikan ungkapan terimakasih saya yang sebesar – besarnya kepada :

1. DR. Ing. Ir. Gagoek Hardiman, selaku Pembimbing Utama, yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan selama pembuatan Thesis.
2. Ir. Hernowo Danusaputra, MT, selaku Pembimbing Pendamping yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan selama pembuatan Thesis.
3. DR. Drs. Wahyu Setiabudi, MS, selaku Penguji yang telah memberikan wawasan kepada Peneliti.
4. Ir. Eddy Indarto, M.Si, selaku Penguji yang telah banyak memberikan wawasan, dan juga masukan yang bermanfaat .
5. DR. Ir. Sugiono Soetomo, CES, DEA, selaku Ketua Program Studi S2 MTA – UNDIP, yang telah berkenan memberikan kesempatan belajar di MTA

UNDIP.

6. Prof. DR. dr. Soeharjo Hadisaputro, selaku Direktur Program Pasca Sarjana – Universitas Diponegoro, yang telah berkenan memberikan Beasiswa melalui Program BPPS , selama peneliti menempuh masa studi di MTA – UNDIP.
7. Ir. Denny , Ibu, kakak dan adik , yang telah memberikan dorongan , semangat moril dan pengorbanan yang tidak ternilai dalam menunjang keberhasilan selama masa studi.
8. Adamsyah Satyapratama, Muhammad Ghaza, pelita hati peneliti, yang telah dengan ikhlas kehilangan banyak perhatian dari peneliti , selama peneliti melaksanakan tugas belajar.
9. Ir. Samsul Islam , selaku Kepala Cabang PT. Jasa Marga , yang telah berkenan memberikan ijin Survey dan data – data yang bermanfaat selama penelitian .
10. Rektor Unika Soegijapranata – Semarang, yang telah memberikan Ijin Penelitian di lingkungan Istitusinya.
11. Kumala Inggarwati, SE, MM, dan Drs. Theo Soedimin, MS, selaku Pimpinan Fakultas Ekonomi Unika Soegijapranata – Semarang, yang telah berkenan memberikan Ijin kepada Peneliti untuk mengadakan penelitian di Gedung Yustinus Unika Soegijapranata.
12. Segenap Staf Administrasi dan Pengajaran Fakultas Ekonomi Universitas Soegijapranata Semarang, yang telah ikut membantu demi terlaksananya penelitian ini.
13. Dr. Ir. Endang Koesmanti, Direktur ‘ Growth Center ‘ – Kopertis Wilayah V – Jawa Tengah , yang telah bersedia membantu dalam teknik pelaksanaan penelitian.
14. Ir. Danny Sutrisnanto, M. Eng, Ketua Jurusan Teknik Kimia – FT UNDIP, yang telah bersedia membantu dalam teknik pelaksanaan penelitian.
15. Ir. Munarto, dan Ir. Pudji, Ketua dan Kepala Laboratorium Balai Hiperkes – Semarang, yang telah bersedia membantu dalam teknik pelaksanaan penelitian
16. Vincent Didiék, SE, Ph. D, selaku Kepala Pusat Lembaga Penelitian Universitas Katholik Soegijapranata - Semarang , yang telah bersedia membantu dalam teknik pelaksanaan penelitian.
17. Drs. Soepeno, dan Drs. Soepedi, mewakili Pimpinan Yayasan Sandjojo – Semarang, yang telah banyak memberikan arahan dan masukan berupa arsip grafis yang sangat bermanfaat.
18. Ir. Laksana Soenarko, Direktur PT. Semarang Indah – Real Estate, yang telah

berkenan memberikan pinjaman alat komunikasi selama penelitian berlangsung.

19. Semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada peneliti, baik selama menempuh studi di MTA maupun pada saat penyusunan Thesis, yang tidak dapat peneliti sebutkan satu demi satu.

Harapan peneliti, semoga penulisan Thesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memiliki perhatian khusus mengenai cabang ilmu yang peneliti pilih dalam penelitian ini, dan juga bermanfaat bagi perkembangan Bidang Arsitektur, khususnya mengenai Sistem dan Teknologi Bangunan terutama yang berkaitan dengan Akustik Lingkungan dan Akustik Bangunan.

Semarang, Juni 2000

Peneliti

ERNI SETYOWATI

DAFTAR ISI

BAB I : PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
A. Rumusan Permasalahan	5
1. Permasalahan.....	6
2. Hipotesa Penelitian.....	7
3. Definisi dan Asumsi	7
4. Pendekatan	9
B. Keaslian Penelitian.....	9
1.2. Tujuan dan Manfaat Penelitian	10
A. Tujuan.....	11
B. Manfaat.....	11
1.3. Alur Pikir Penelitian	12
 BAB II : KEBISINGAN LINGKUNGAN PADA BANGUNAN DI DAERAH TROPIS LEMBAB.....	 13
2.1. Perencanaan Berdasarkan Iklim.....	17
A. Panas dan Silau Matahari	19
1. Orientasi Bangunan	19
2. Perlindungan Matahari, Perisai dan Penyaringan	19
3. Penggunaan Bahan Bangunan	20
B. Temperatur Udara	21
C. Kelembaban Udara dan Hujan	22
D. Angin	23
E. Penerangan Alami.....	23
2.2. Disain Ventilasi, Balkon, dan Kanopi Pada Selubung Bangunan	24
A. Pengertian Disain	25
B. Pengertian Selubung Bangunan.....	26

C. Ventilasi.....	28
D. Balkon.....	29
E. Kanopi	30
2.3. Aspek Kebisingan Lingkungan Dalam Perencanaan	31
A. Pengertian Fisik Kebisingan dan Reaksi Manusia.....	31
1. Pengertian Fisik Kebisingan Gelombang Suara/ Bunyi dan Pengertian Kebisingan.....	31
a. Perambatan Suara.....	33
b. Terjadinya Kebisingan	34
c. Tingkat Kebisingan.....	35
d. Intensitas Suara	38
e. Pembobotan Tingkat Bunyi.....	38
f. Penentuan Standar dan Kriteria Kebisingan.....	40
2. Reaksi Manusia	42
a. Telinga Manusia.....	42
b. Gangguan Pada Manusia.....	44
1). Gangguan Pendengaran	44
2). Gangguan Percakapan	45
3). Gangguan Psikologis.....	46
a). Penurunan Prestasi Belajar	47
b). Penurunan Motivasi Belajar	47
c). Penurunan Kemampuan Membaca.....	48
d). Penurunan Konsentrasi.....	48
4). Gangguan Kesehatan.....	49
B. Tingkat Bising Latar Belakang Maksimum.....	50
C. Pengendalian Kebisingan Pada Media Rambatan.....	51
1. Outdoor Noise Control	51
a. Pengurangan Oleh Serapan Udara.....	51
b. Pengurangan Oleh Hujan, salju dan Kabut.....	51
c. Pengurangan Oleh Vegetasi.....	52
d. Ketidakhomogenan Atmosfer	52

2. Indoor noise control.....	55
D. Pengendalian Kebisingan Pada Bangunan Pendidikan.....	63
E. Pengendalian Kebisingan Dengan Bahan Absorber	64
1. Penyerap berpori	64
2. Penyerap berbentuk Selaput/ selubung	66
3. Penyerap resonator	67
F. Deskripsi Kebisingan Jalan Raya (Trafik).....	69
1. Metode Prediksi Kebisingan Jalan Raya.....	70
2. Jenis Kendaraan di Jalan Raya.....	71
3. Tingkat Kebisingan Siang Malam	72
G. Pengendalian Kebisingan Trafik	73
H. Prosedur Rating.....	75
I. Intensitas Kebisingan Berdasarkan Jarak	77
BAB III : METODE PENELITIAN	79
3.1. Penyusunan Daftar populasi Cuplikan.....	80
A. Penyusunan Kerangka Cuplikan Uji Hipotesa Satu.....	81
B. Penyusunan Kerangka Cuplikan Uji Hipotesa Dua.....	81
C. Penyusunan Kerangka Cuplikan Untuk Analisa Kualitatif.....	83
3.2. Alat Penelitian	84
A. Daftar Pertanyaan.....	84
B. Alat Ukur	85
C. Teknik Kalibrasi.....	86
D. Pemilihan Bahan Penyerap.....	87
3.3. Jalannya Penelitian	88
A. Variabel Penelitian.....	88
1. Variabel Terikat (Variabel terpengaruh).....	88
2. Variabel Bebas (Variabel Pengaruh)	88
3. Variabel Antara	89
B. Metode Survey dan Uji Fisik Responden	89
1. Pengumpulan Data Melalui Uji Fisik	89

2.	Teknik Pengukuran.....	90
3.	Pengumpulan Data Melalui Perhitungan	91
C.	Tahapan Kerja Lapangan	93
1.	Persiapan dan Penyiapan Tenaga Kerja.....	93
2.	Tahap Kerja Lapangan	94
D.	Kompilasi dan Interpretasi Data.....	94
E.	Analisa Data.....	95
F.	Alur Pikir Penelitian.....	97
G.	Skema Uji Hipotesa Satu	98
H.	Skema Uji Hipotesa Dua.....	99
I.	Skema Analisa Kualitatif	100
BAB IV :	GAMBARAN UMUM STUDI KASUS DAN HASIL PENELITIAN	102
4.1.	Lokasi	101
4.2.	Tinjauan Bangunan Dari aspek Tropis.....	103
A	Bahan Bangunan	104
1.	Atap.....	104
a.	Genteng Beton	104
b.	Dak Beton	105
2.	Dinding.....	105
3.	Lantai	106
a.	Cone Block (paving Block).....	106
b.	Keramik	106
c.	Ubin Portland Cement (PC)	106
B.	Selubung Bangunan	107
1.	Bukaan Bangunan.....	107
a.	Jendela	107
b.	Pintu.....	108
c.	Ventilasi.....	108
2.	Balkon dan Kanopi.....	108
C.	Temperatur dan Kelembaban Udara.....	113

D. Gerakan Udara	115
E. Penerangan Alami	116
4.3. Tinjauan Bangunan Dari Segi Akustik	117
A. Deskripsi Faktor Kebisingan Trafik Jalan Tol Jatingaleh - Krapyak	117
B. Deskripsi Faktor kebisingan Trafik Jalan Pawiyatan Luhur	120
C. Deskripsi Faktor propagasi Kebisingan Terhadap Bangunan	122
D. Perhitungan Waktu Dengung Ruangan	123
4.4. Hasil Penelitian.....	135
A. Metode dan Hasil Penelitian Untuk uji Hipotesa Satu.....	136
1. Penetapan Cuplikan	136
2. Cara Penelitian	137
3. Penetapan Rumus Yang Digunakan	139
4. Tabulasi Hasil Penelitian.....	140
B. Metode dan Hasil Penelitian Untuk Uji Hipotesa Dua	151
1. Penetapan Cuplikan	151
2. Cara Penelitian	152
3. Rumus Yang Digunakan.....	154
4. Tabulasi Hasil Penelitian.....	155
C. Hasil Penelitian Untuk Analisa Kualitatif	164
1. Penetapan Cuplikan	164
2. Cara Penelitian	164
3. Proses Labelling	165
4. Tabulasi hasil Penelitian.....	165
a. Deskripsi.....	166
b. Terganggu Kebisingan	169
c. Penurunan Konsentrasi Belajar	172
d. Penurunan Motivasi Belajar	175
e. Penurunan Indeks Prestasi.....	176

f. Penurunan Minat Belajar.....	178
g. Respon Renovasi Ruang.....	179
BAB V : ANALISA	182
5.1. Analisa Bangunan Berdasarkan aspek Tropis.....	182
A. Panas dan silau matahari.....	183
B. Temperatur.....	185
C. Kelembaban Udara dan hujan.....	186
D. Angin.....	187
5.2. Analisa Bangunan Dari aspek Akustik Lingkungan.....	187
A. Analisa Kuantitatif uji Hipotesa Satu.....	189
1. Deskripsi.....	189
2. Hubungan Antar Variabel.....	190
3. Pengaruh Terhadap Variabel Terikat.....	193
4. Tingkat Signifikansi.....	194
5. Grafik.....	196
B. Analisa Kuantitatif- Uji Hipotesa Dua.....	198
1. Deskripsi.....	198
2. Korelasi /hubungan.....	199
3. Pengambilan Keputusan.....	199
a. Berdasarkan Perbandingan T Hitung dan T Tabel.....	200
b. Berdasarkan Nilai probabilitas.....	201
C. Analisa Kualitatif.....	202
1. Pengaruh Lama Studi (Adaptasi) terhadap alasan Gangguan Kebisingan.....	202
a. Alasan Gangguan Kebisingan-1.....	202
b. Alasan Gangguan Kebisingan-2.....	204
c. Alasan Gangguan Kebisingan-3.....	206
2. Penurunan Konsentrasi Belajar.....	207
a. Penurunan Konsentrasi pada saat tanpa Alat Pengeras Suara.....	208

b. Penurunan Konsentrasi Belajar pada saat dengan Alat Pengeras Suara	209
3. Penurunan Motivasi Belajar	211
4. Penurunan Indeks Prestasi	212
5. Penurunan Minat Belajar	214
6. Respon Renovasi Ruang.....	216
BAB VI : KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	223
6.1. Kesimpulan.....	223
6.2. Rekomendasi	227
DAFTAR PUSTAKA	231
LAMPIRAN-LAMPIRAN	234

DAFTAR FOTO

Foto	01 :	Fasade Timur Laut, yang menghadap Jalan Tol	103
Foto	02 :	Elemen Bangunan Balkon dan Kanopi sebelah Timur Laut Sebagai Obyek Eksperimen Penelitian	109
Foto	03 :	Vestibul Bangunan – pemantul kebisingan.....	116
Foto	04 :	Jendela Yang Memasukkan Pencahayaan Alami Pada Bangunan	116
Foto	05 :	Pepohonan sebagai Penyaring suara pada proses Propagasi Suara	120
Foto	06 :	Bidang Pembatas Ruang yang berhubungan dengan Ruang Luar	123
Foto	07 :	Pintu Ruang 5.4.4	124
Foto	08 :	Material kaca, pada pembatas ruang.....	124
Foto	09 :	Suasana Ruang Kuliah 5.4.1.....	124
Foto	10 :	Salah satu Ruang Kuliah Cuplikan-Ruang 5.5.2.....	136
Foto	11 :	Salah Satu Ruang Kuliah Cuplikan – Ruang 5.4.2	137
Foto	12 :	Alat Pengukur – Stopwatch (3 buah).....	138

Foto	13	: Three In One : Termometer, higrometer, barometer	138
Foto	14	: Sound Level Meter (D)- Merk RION-NA 14	138
Foto	15	: Sound Level Meter (E)- Merk Bruer & Kjaer- kalibrasi Puslitbang – LIPI.....	138
Foto	16	: Salah Satu Ruang Kuliah Cuplikan – Ruang 5.4.1	151
Foto	17	: Sound Level Meter(A)-Merk RION NA-24	152
Foto	18	: Eksperimen pada Balkon Barat Daya	153
Foto	19	: Eksperimen pada balkon Timur Laut.....	153
Foto	20	: Eksperimen Pengukuran	153
Foto	21	: Pekerjaan Pemasangan Absorber.....	154
Foto	22	: Material Sederhana Eksperimen penelitian.....	154
Foto	23	: Fasade Timur Laut bangunan	183
Foto	24	: Fasade barat Laut bangunan	184
Foto	25	: Vestibule Bangunan Yustinus.....	186

DAFTAR GAMBAR

Gambar	01	: Teritisan Bangunan Pada Arsitektur Tropis.....	8
Gambar	02	: Intervensi Gangguan Kebisingan di Dalam Sistem Ventilasi Alami pada Bangunan	15
Gambar	03	: Kebisingan Transportasi Jalan Raya.....	16
Gambar	04	: (a) Jarak sebagai Faktor dalam Tingkat intensitas Kebisingan	16
		: (b) Tinggi Bangunan sebagai Faktor Dalam Propagasi Kebisingan	16
Gambar	05	: Sudut Bayangan Horisontal dan Vertikal pada Kanopi Bangunan	20
Gambar	06	: Pengaruh Posisi Bangunan Terhadap Pencahayaan Alami	23
Gambar	07	: Elemen Shading pada Bangunan Universitas Dragon.....	27
Gambar	08	: Bukaan Dinding Bangunan Berupa Jendela dan Louvre (Kisi-kisi)	28

Gambar	09 :	Disain Balkon pada Bangunan.....	29
Gambar	10 :	Kanopi pada Bangunan.....	30
Gambar	11 :	Perambatan Suara.....	33
Gambar	12 :	Telinga dan Bagian – bagiannya.....	42
Gambar	13 :	(a) Refraksi Gelombang Bunyi saat ‘Temperatur Inversion’	
		(b) Refraksi Gelombang Bunyi saat ‘Temperatus Lapse’	53
Gambar	14 :	Pengaruh Kebisingan Transportasi dengan adanya	
		Penghalang	54
Gambar	15 :	Pengaruh Kebisingan Transportasi tanpa adanya Peng-	
		Halang Suara	54
Gambar	16 :	Pengendalian Kebisingan Transportasi dengan Reflektor.....	55
Gambar	17 :	Gelombang Suara Yang Merambat pada Penghalang.....	55
Gambar	18 :	Bunyi di Dalam Ruang	59
Gambar	19 :	Posisi Bangunan yang Kurang Memperhitungkan Aspek	
		Kebisingan.....	62
Gambar	20 :	Posisi Bangunan Yang Memperhitungkan Aspek Kebisingan.....	62
Gambar	21 :	Penyerap Berpori.....	64
Gambar	22 :	Penyerap Berbentuk selaput/ Selubung.....	66
Gambar	23 :	Penyerap Resonator	67
Gambar	24 :	Kain Goni dalam suatu disain akustik Resonator Celah	68
Gambar	25 :	Ventilasi Jendela dengan Bahan Absorber.....	68
Gambar	26 :	Penyerap pada Pemipaan Bangunan	68
Gambar	27 :	Pelapis Penyerap Bunyi pada Kanopi Bangunan atau pada	
		<i>Louvre</i> (kisi – kisi).....	69
Gambar	28 :	Model Kebisingan Jalan Raya, kelengkungan yang boleh	
		dianggap sebagai Jalan lurus	71
Gambar	29 :	Kontur Kebisingan Trafik.....	74
Gambar	30 :	Contoh Hasil Prosedur Rating	77
Gambar	31 :	Posisi Bangunan yustinus Unika Terhadap Garis Sumbu	
		Utara – Selatan Bumi.....	104
Gambar	32 :	Balkon dan Kanopi Pada Gedung Yustinus.....	110

Gambar	33 :	Vestibule di Dalam Bangunan Yustinus	115
Gambar	34 :	Faktor Propagasi Suara: ketinggian bangunan, temperatur, Angin, barrier pepohonan, jarak.....	120
Gambar	35 :	Letak Ruang 5.1.6	141
Gambar	36 :	Letak Ruang 5.1.0	142
Gambar	37 :	Letak Ruang 5.2.9	143
Gambar	38 :	Letak Ruang 5.2.2	144
Gambar	39 :	Letak Ruang 5.3.4	145
Gambar	40 :	Letak Ruang 5.3.3	145
Gambar	41 :	Letak Ruang 5.4.2	146
Gambar	42 :	Letak Ruang 5.4.3	147
Gambar	43 :	Letak Ruang 5.5.3	148
Gambar	44 :	Letak Ruang 5.5.2	149
Gambar	45 :	Potongan Ruang 5.4.1 dan 5.4.2	156
Gambar	46 :	Potongan Balkon 5.4.1 dan 5.4.2	157
Gambar	47 :	Potongan Ruang 5.4.4 dan 5.4.3	158
Gambar	48 :	Potongan Balkon 5.4.4 dan 5.4.3	159
Gambar	49 :	Potongan Ruang 5.3.2 dan 5.3.3	160
Gambar	50 :	Potongan Balkon 5.3.2 dan 5.3.3	161
Gambar	51 :	Potongan Ruang 5.3.4 dan 5.3.5	162
Gambar	52 :	Potongan Balkon 5.3.4 dan 5.3.5	163
Gambar	53 :	Kurva – uji T Sampel Berpasangan untuk Uji Hipotesa Dua	201
Gambar	54 :	Lendutan pada bahan penyerap yang mengubah Penyerap berpori Menjadi Penyerap Selaput yang berbetar.....	225

DAFTAR GRAFIK

Grafik	01 :	Grafik Ambang Pendengaran	36
Grafik	02 :	Grafik Tingkat Kebisingan yang Menyebabkan Gangguan Percakapan di Luar Bangunan	46

Grafik	03 :	Grafik Kriteria Bising Latar Belakang yang Direkomendasikan Untuk Ruang – ruang tertentu.....	50
Grafik	04 :	Waktu Dengung.....	60
Grafik	05 :	Jangkauan Perkiraan Waktu Dengung ruang yang penuh, Untuk bermacam – macam volume dan fungsi pada frekuensi Tengah	61
Grafik	06 :	Waktu Dengung Penyesuaian untuk frekuensi di bawah 500 Hertz	61
Grafik	07 :	Reduksi Kebisingan Trafik oleh Barrier	75
Grafik	08 :	Basic noise Level Per Jam – Jalan Tol.....	119
Grafik	09 :	Basic Noise Level Per 18 Jam – Jalan Tol.....	120
Grafik	10 :	Tingkat Intensitas Bunyi pada Ruang 5.1.6.....	141
Grafik	11 :	Tingkat Intensitas Bunyi pada Ruang 5.1.0.....	142
Grafik	12 :	Tingkat Intensitas Bunyi pada Ruang 5.2.9.....	143
Grafik	13 :	Tingkat Intensitas Bunyi pada Ruang 5.2.2.....	144
Grafik	14 :	Tingkat Intensitas Bunyi pada Ruang 5.3.4.....	145
Grafik	15 :	Tingkat Intensitas Bunyi pada Ruang 5.3.3.....	146
Grafik	16 :	Tingkat Intensitas Bunyi pada Ruang 5.4.2.....	147
Grafik	17 :	Tingkat Intensitas Bunyi pada Ruang 5.4.3.....	148
Grafik	18 :	Tingkat Intensitas Bunyi pada Ruang 5.5.3.....	149
Grafik	19 :	Tingkat Intensitas Bunyi pada Ruang 5.5.2.....	150
Grafik	20 :	Perbandingan Lbunyi Ruang 5.4.1 dan 5.4.2.....	156
Grafik	21 :	Perbandingan Lbunyi Ruang 5.4.1 dan 5.4.2.....	156
Grafik	22 :	Perbandingan Lbunyi Balkon 5.4.1 dan 5.4.2.....	157
Grafik	23 :	Perbandingan Lbunyi Balkon 5.4.1 dan 5.4.2.....	157
Grafik	24 :	Perbandingan Lbunyi Ruang 5.4.3 dan 5.4.4.....	158
Grafik	25 :	Perbandingan Lbunyi Ruang 5.4.3 dan 5.4.4.....	158
Grafik	26 :	Perbandingan Lbunyi Balkon 5.4.3 dan 5.4.4.....	159
Grafik	27 :	Perbandingan Lbunyi Balkon 5.4.3 dan 5.4.4.....	159
Grafik	28 :	Perbandingan Lbunyi Ruang 5.3.3 dan 5.3.2.....	160
Grafik	29 :	Perbandingan Lbunyi Ruang 5.3.3 dan 5.3.2.....	160

Grafik	30	: Perbandingan Lbunyi Balkon 5.3.3 dan 5.3.2.....	161
Grafik	31	: Perbandingan Lbunyi Balkon 5.3.3 dan 5.3.2.....	161
Grafik	32	: Perbandingan Lbunyi Ruang 5.3.4 dan 5.3.5.....	162
Grafik	33	: Perbandingan Lbunyi Ruang 5.3.4 dan 5.3.5.....	162
Grafik	34	: Perbandingan Lbunyi Ruang 5.3.4 dan 5.3.5.....	163
Grafik	35	: Perbandingan Lbunyi Ruang 5.3.4 dan 5.3.5.....	163
Grafik	36	: Frekuensi Mahasiswa Berdasarkan Jurusan.....	166
Grafik	37	: Frekuensi Mahasiswa berdasarkan Lama studi.....	167
Grafik	38	: Hubungan Lama Studi(Adatasi) dan terganggu_1.....	170
Grafik	39	: Frekuensi Alasan Bising Mengganggu Berdasarkan Lama Studi	171
Grafik	40	: Alasan mahasiswa Bising Tidak mengganggu Berdasarkan Lama Studi Mahasiswa.....	172
Grafik	41	: Hubungan Lama Studi (Adaptasi) dengan alasan Konsentrasi Menurun -Tanpa Alat.....	173
Grafik	42	: Hubungan Lama Studi (Adaptasi) dengan alasan Konsentrasi Menurun-Dengan Alat.....	174
Grafik	43	: Hubungan Lama Studi (Adaptasi) dengan Alasan Penurunan Motivasi	175
Grafik	44	: Frekuensi IP menurun ,Berdasarkan Lama Studi.....	177
Grafik	45	: Hubungan Lama Studi (Adaptasi) dengan alasan Penurunan Minat Belajar	178
Grafik	46	: Hubungan Lama Studi (Adaptasi) dengan Respon Renovasi Ruang ..	180
Grafik	47	: Hubungan Lbunyi Ruang dengan Lbunyi Tol	196
Grafik	48	: Hubungan Lbunyi Ruang dengan Jarak	197
Grafik	49	: Hubungan Lbunyi Ruang dengan Temperatur.....	197

DAFTAR SKEMA

Skema	01	: Alur Pikir Penelitian Secara Umum.....	12
Skema	02	: Alur Pikir Penelitian	97

Skema	03 :	Alur Pikir Uji Hipotesa Satu Penelitian.....	98
Skema	04 :	Alur Pikir Uji Hipotesa Dua Penelitian.....	99
Skema	05 :	Alur Pikir Analisa Kualitatif.....	100

DAFTAR TABEL

Tabel	01 :	Ciri – ciri Iklim Tropis Lembab.....	18
Tabel	02 :	Kecepatan Bunyi di Udara Terhadap Fungsi Temperatur.....	34
Tabel	03 :	Hubungan Antara Tekanan Suara dengan Tingkat Tekanan Suara	37
Tabel	04 :	Respon Frekuensi Relatif Sound Level Meter- Pembobotan A.....	39
Tabel	05 :	Tingkat Kebisingan Ekuivalen Yang Diperbolehkan Terhadap Kesehatan	40
Tabel	06 :	Baku Tingkat Kebisingan Kawasan.....	41
Tabel	07 :	Kriteria Gangguan Percakapan di Dalam Ruangan	45
Tabel	08 :	Kerangka Cuplikan Ruang Bangunan – Uji Hipotesa Satu.....	81
Tabel	09 :	Kerangka Cuplikan Ruang Bangunan – Uji Hipotesa Dua	83
Tabel	10 :	Kerangka Cuplikan – analisa Kualitatif.....	84
Tabel	11 :	Sudut Pembayangan sinar Matahari pada tanggal 22 Juni Dan 22 Desember tiap Tahun	103 102
Tabel	12 :	Sudut Vertikal dan horisontal pada Selubung Bangunan Gedung Yustinus, pada Balkon Timur Laut	112 111
Tabel	13 :	Sudut Vertikal dan horisontal pada Selubung Bangunan Gedung Yustinus, pada Fasade barat Laut.....	112 111
Tabel	14 :	Sudut Vertikal dan horisontal pada Selubung Bangunan Gedung Yustinus, pada Fasade Tenggara.....	113 112
Tabel	15 :	Sudut Vertikal dan horisontal pada Selubung Bangunan Gedung Yustinus, pada Balkon Barat Daya.....	113 112
Tabel	16 :	Pengukuran temperatur Udara dan Kelembaban pada Ruang Bangunan Yustinus – unika.....	114 113
Tabel	17 :	Volume Trafik Harian Rata- rata Jalan Tol Jatingaleh.....	119 118

Tabel	18 :	Kecepatan Rata-rata Kendaraan di jalan Tol Jatingaleh.....	119
Tabel	19 :	Volume Trafik harian Rata-rata Jalan Pawiyatan Luhur.....	120
Tabel	20 :	Kecepatan Rata- rata Kendaraan di jalan pawiyatan Luhur	121
Tabel	21 :	Ruang Kuliah cuplikan untuk Hipotesa Dua.....	123
Tabel	22 :	Perhitungan waktu dengung Ruang 5.4.1	125
Tabel	23 :	Perhitungan Waktu dengung Ruang 5.4.2	126
Tabel	24 :	Perhitungan Waktu Dengung Ruang 5.4.2 dikondisikan Sama dengan Waktu Dengung Ruang 5.4.1	129
Tabel	25 :	Perhitungan Waktu dengung ruang 5.4.3.....	130
Tabel	26 :	Perhitungan Waktu dengung Ruang 5.4.4.	131
Tabel	27 :	Perhitungan Waktu Dengung Ruang 5.4.3. dikondisikan Sama dengan RT. Ruang 5.4.4	134
Tabel	28 :	Waktu dengung Ruang Kuliah Cuplikan – hipotesa Dua.....	135
Tabel	29 :	Kode nomor Ruang Kuliah Cuplikan – Uji Hipotesa Satu.....	137
Tabel	30 :	Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.1.6	141
Tabel	31 :	Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.1.0	142
Tabel	32 :	Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.2.9	143
Tabel	33 :	Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.2.2	144
Tabel	34 :	Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.3.4	145
Tabel	35 :	Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.3.3	146
Tabel	36 :	Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.4.2	147
Tabel	37 :	Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.4.3	148
Tabel	38 :	Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.5.3	149
Tabel	39 :	Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.5.2	150
Tabel	40 :	Kode Nomor Ruang cuplikan uji Hipotesa Dua.....	152
Tabel	40 :	Perbandingan Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.4.1 dan 5.4.2	156
Tabel	41 :	Perbandingan Tingkat Intensitas Bunyi Balkon 5.4.1 dan 5.4.2	157
Tabel	42 :	Perbandingan Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.4.3 dan 5.4.4	158
Tabel	43 :	Perbandingan Tingkat Intensitas Bunyi Balkon 5.4.3 dan 5.4.4	159
Tabel	44 :	Perbandingan Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.3.3. dan 5.3.2	160
Tabel	45 :	Perbandingan Tingkat Intensitas Bunyi Balkon 5.3.3. dan 5.3.2	161

Tabel	46 :	Perbandingan Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.3.4. dan 5.3.5	162
Tabel	47 :	Perbandingan Tingkat Intensitas Bunyi Balkon 5.3.4 dan 5.3.5	163
Tabel	48 :	Proses Labelling Hasil Kuesioner.....	173
Tabel	49 :	Frekuensi mahasiswa Berdasarkan Jurusan	166
Tabel	50 :	Frekuensi mahasiswa Berdasarkan Lama Studi.....	167
Tabel	51 :	Crosstab Frekuensi Mahasiswa Semester* Jurusan	168
Tabel	52 :	Crosstab Frekuensi Mahasiswa Lama Studi * Jenis Kelamin	168
Tabel	53 :	Crosstab Gangguan Kebisingan – 1.....	169
Tabel	54 :	Crosstabulasi Lama Studi – bising Mengganggu	170
Tabel	55 :	Crosstabulasi Lama Studi – Bising Tidak Mengganggu.....	171
Tabel	56 :	Crosstabulasi Konsentrasi Tanpa Alat Berdasarkan Lama Studi	173
Tabel	57 :	Crosstabulasi Konsentrasi Dengan Alat Berdasarkan Lama studi.....	174
Tabel	58 :	Crosstabulasi Motivasi Turun berdasarkan Lama Studi	175
Tabel	59 :	Crosstabulasi IP menurun Berdasarkan Lama Studi.....	176
Tabel	60 :	Crosstabulasi Penurunan Minat Belajar Berdasarkan Lama Studi.....	178
Tabel	61 :	Crosstabulasi Respon Renovasi Ruang berdasarkan Lama Studi.....	179
Tabel	62 :	Statistik Deskriptif – uji Hipotesa Satu.....	190
Tabel	63 :	Hubungan antara Variabel terikat dan Variabel bebas penelitian.....	191
Tabel	64 :	Pengaruh variabel Bebas Terhadap Variabel terikat – uji Hipotesa Satu.....	193
Tabel	65 :	Tingkat Signifikasi Model Regresi Linier.....	196
Tabel	66 :	Statistik deskriptif-Uji Hipotesa Dua.....	198
Tabel	67 :	Hubungan Tingkat Intensitas Ruang Tanpa Absorber dan Tingkat Intensitas Ruang Dengan Absorber	199
Tabel	68 :	Uji T cuplikan Berpasangan	200
Tabel	69 :	‘Chi-square Tests’ untuk Alasan Bising Mengganggu-1	203
Tabel	70 :	Uji Hubungan 2 Variabel Berskala Ordinal, untuk alasan Bising Mengganggu-1	204
Tabel	71 :	‘Chi-square Tests’ untuk Alasan Bising Mengganggu-2	205
Tabel	70 :	Uji Hubungan 2 Variabel Berskala Ordinal, untuk alasan Bising	

		Mengganggu-2	205
Tabel	73 :	'Chi-square Tests' untuk Alasan Bising Mengganggu-3	206
Tabel	74 :	Uji Hubungan 2 Variabel Berskala Ordinal, untuk alasan Bising Mengganggu-3	207
Tabel	75 :	'Chi-square Tests' untuk Kondisi Kuliah Tanpa Alat Pengeras Suara	208
Tabel	76 :	Uji Hubungan 2 Variabel Berskala Ordinal, untuk Penurunan Konsentrasi pada saat Kuliah Tanpa Alat Pengeras Suara	208
Tabel	77 :	'Chi-square Tests' untuk Kondisi Kuliah Dengan Alat Pengeras Suara	209
Tabel	78 :	Uji Hubungan 2 Variabel Berskala Ordinal, untuk Penurunan Konsentrasi pada saat Kuliah Dengan Alat Pengeras Suara	210
Tabel	79 :	'Chi-square Tests' untuk Penurunan Motivasi Belajar	211
Tabel	80 :	Uji Hubungan 2 Variabel Berskala Nominal , untuk Penurunan Motivasi Belajar	212
Tabel	81 :	'Chi-square Tests' untuk Penurunan Indeks Prestasi	213
Tabel	82 :	Uji Hubungan 2 Variabel Berskala Nominal , untuk Penurunan Indeks Prestasi	213
Tabel	83 :	'Chi-square Tests' untuk Penurunan Minat Belajar	215
Tabel	84 :	Uji Hubungan 2 Variabel Berskala Ordinal , untuk Penurunan Minat Belajar	216
Tabel	85 :	Perhitungan Waktu Dengung Ruang 5.5.3	217
Tabel	86 :	Disain Akustik Ruang 5.5.3	218
Tabel	87 :	Disain Akustik Ruang 5.5.3 (alternatif)	219
Tabel	88 :	Perhitungan Waktu Dengung Ruang 5.3.3	220
Tabel	89 :	Disain Akustik Ruang 5.3.3	221
Tabel	90 :	Disain Akustik Ruang 5.3.3 (alternatif)	222

L A M P I R A N

Lampiran	01 :	Prosedur Rating Penelitian	234
Lampiran	02 :	Kuesioner untuk Responden Mahasiswa	235

Lampiran 03 :	Gambar Kerja Gedung Yustinus.....	237
Lampiran 04 :	Perhitungan Waktu Dengung.....	249
Tabel 01 :	Perhitungan Waktu Dengung Ruang 5.1.6	250
Tabel 02 :	Perhitungan Waktu Dengung Ruang 5.1.0	251
Tabel 03 :	Perhitungan Waktu Dengung Ruang 5.2.9	252
Tabel 04 :	Perhitungan Waktu Dengung Ruang 5.2.2	253
Tabel 05 :	Perhitungan Waktu Dengung Ruang 5.5.3	254
Tabel 06 :	Perhitungan Waktu Dengung Ruang 5.5.2	255
Lampiran 05 :	Tabel-tabel untuk Uji Hipotesa Satu.....	256
Tabel 07 :	Kompilasi Data untuk Uji Hipotesa Satu – SPSS	257
Tabel 08 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.1.6	259
Tabel 09 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.1.0	260
Tabel 10 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.2.9	261
Tabel 11 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.2.2	262
Tabel 12 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.3.4	263
Tabel 13 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.3.3	264
Tabel 14 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.4.2	265
Tabel 15 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.4.3	266
Tabel 16 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.5.3	267
Tabel 17 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.5.2	268
Lampiran 06 :	Tabel-tabel untuk Uji Hipotesa Dua	269
Tabel 18 :	Kompilasi Data untuk Uji Hipotesa Dua- SPSS	270
Tabel 19 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.4.1. (dengan Absorber)	272
Tabel 20 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.4.2 (tanpa Absorber)	272
Tabel 21 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Balkon 5.4.1 (dengan Absorber)	273
Tabel 22 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Balkon 5.4.2 (tanpa Absorber)	273
Tabel 23 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.4.4. (dengan	

	Absorber)	274
Tabel 24 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.4.3. (tanpa Absorber)	274
Tabel 25 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Balkon 5.4.4. (dengan Absorber)	275
Tabel 26 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Balkon 5.4.3. (tanpa Absorber)	275
Tabel 27 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.3.2. (dengan Absorber)	276
Tabel 28 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.3.3. (tanpa Absorber)	276
Tabel 29 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Balkon 5.3.2. (dengan Absorber)	277
Tabel 30 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Balkon 5.3.3. (tanpa Absorber)	277
Tabel 31 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.3.5. (dengan Absorber)	278
Tabel 32 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.3.4. (tanpa Absorber)	278
Tabel 33 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Balkon 5.3.5 (dengan Absorber)	279
Tabel 34 :	Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi Balkon 5.3.4. (tanpa Absorber)	279
Lampiran 07 :	Data untuk Analisa Kualitatif.....	280
Tabel 35 :	Data Responden Mahasiswa Fakultas Ekonomi Unika Soegijapra-Nata	281
Lampiran 08 :	Tabel-tabel SPSS.....	283
Tabel 36 :	Tabel T	284
Tabel 37 :	Tabel Chisquare.....	285
Lampiran 09 :	Tabel-tabel Koefisien Absorpsi Bahan	286

GLOSSERY

- λ : panjang gelombang (m)
 f : frekuensi (Hz : Hertz) : jumlah getaran per detik.
 v : kecepatan (m/detik)
 $v = f \times \lambda$ (hubungan dari, v, f dan λ)
Pa : Satuan Tekanan Udara Normal , N/m^2
 $^{\circ}C$: Satuan Temperatur Udara
Hz : Satuan frekuensi Bunyi di udara
 P_0 : ambang suara = tekanan suara referensi = $20\mu Pa = 2 \cdot 10^{-5} N/m^2$
 L_{sum} : Tingkat Intensitas Bunyi total (gabungan beberapa sumber suara)
 L_p : Tingkat tekanan Bunyi
P : Tekanan Suara Terukur
 I : Intensitas Suara , satuan = W/m^2
 I_0 : Intensitas Suara Referensi, satuan = W/m^2
W : Daya Suara , satuannya = Watt
S : Luas permukaan yang ditembus suara
r : Jarak titik dari sumber suara/ bunyi , satuannya = m
 L_i : Tingkat Intensitas Suara/Bunyi (dB)
 a : Serapan total ruang
 α : Koefisien Absorpsi Suatu Bahan / Benda
 $\bar{\alpha}$: Koefisien Absorpsi Ruang Rata – rata
dB : DeciBell , satuan tingkat tekanan bunyi
dBA : DeciBell – pembobotan A
 $L_{10(18jam)}$: Basic Noise level for Peak Hour
(Tingkat Kebisingan Dasar untuk Jam-jam sibuk)
C : Koreksi dari ‘ Basic Noise Level ‘
 L_{eq} : Level kebisingan Konstan Ekuivalen
(Equivalent Constant Sound Level)

INTISARI

Disain Balkon dan Kanopi – MTA UNDIP, Erni Setyowati, Gagoek Hardiman, Hernowo Danusaputro

Bangunan Pendidikan adalah bangunan yang mewadahi aktivitas ‘percakapan’ dalam kegiatan perkuliahan yang berlangsung di dalamnya. Oleh karena itu seyogyanya bangunan pendidikan tidak diperletakkan pada kawasan yang memiliki tingkat kebisingan yang tinggi, karena tingkat intensitas kebisingan yang tinggi mengganggu percakapan yang terjadi pada saat kuliah. Bangunan Yustinus adalah salah satu dari sekian banyak bangunan pendidikan di dalam kompleks Perguruan Tinggi Universitas Katholik Soegijapranata – Semarang. Bangunan ini diapit di sebelah Timur Laut oleh jalan Tol, dan di sebelah Barat Daya oleh jalan Pawiyatan Luhur. Fenomena “ Akustik Bangunan “ yang ditunjukkan oleh bangunan ini adalah : Ruang – ruang kuliah diletakkan seluruhnya di sisi Timur laut dan sisi Barat Daya bangunan, berbatasan langsung dengan Jalan Tol dan Jalan Pawiyatan Luhur, dan disain ‘plafon ekspos beton’ pada disain kanopi balkon bangunan (sisi Timur laut dan Barat daya bangunan). Fenomena ini menarik peneliti, untuk membuat serangkaian kegiatan penelitian. Kegiatan ‘eksperimen penelitian’ ini intinya adalah untuk membuktikan bahwa plafon ‘ekspos beton’ pada kanopi balkon bangunan, baik sisi Timur Laut dan Barat Daya, memberikan pengaruh terhadap tingginya ‘tingkat intensitas bunyi’ di dalam ruang bangunan. Selain Hipotesa Penelitian ini, kajian lain dalam penelitian ini adalah untuk menguji pengaruh kebisingan trafik terhadap tingkat kebisingan ruang bangunan, serta pengaruh kebisingan terhadap pemakai bangunan.

Cara penelitian yang digunakan adalah dengan penutupan material penyerap (absorber) bunyi pada kanopi balkon salah satu ruang diantara dua ruang yang identik sama, pada sisi massa bangunan yang sama, dan pada lantai yang sama. Variabel – variabel indikator yang mempengaruhi tingkat intensitas bunyi di dalam ruang seperti : jarak terhadap sumber suara, sudut propagasi bunyi, volume ruang, luas bidang pembatas ruang, dan tingkat intensitas kebisingan trafik , dikondisikan sama atau relatif sama. Metode penelitian yang lain adalah mengabaikan sumber kebisingan lain selain sumber kebisingan trafik. Untuk itu eksperimen penelitian dilaksanakan pada hari Minggu atau hari libur.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Hubungan antara Tingkat Intensitas Bunyi Jalan Tol ($L_{bunyi-Tol}$) dan Tingkat Intensitas Bunyi Jalan Pawiyatan ($L_{bunyi-Pawiyatan}$) dengan Tingkat Intensitas Bunyi dalam Ruang ($L_{bunyi-Ruang}$) adalah hubungan yang lemah, dengan nilai hubungan 0.087 untuk $L_{bunyi-tol}$ dan 0.075 untuk $L_{bunyi-pawiyatan}$. Pengaruh $L_{bunyi-tol}$ terhadap ruang adalah 2.6 % sedangkan pengaruh $L_{bunyi-pawiyatan}$ terhadap ruang adalah sebesar 1.9 %. Namun pengaruh $L_{bunyi-tol}$ dan $L_{bunyi-pawiyatan}$ bersama – sama dengan variabel : temperatur, jarak, lantai, dan volume ruang, secara bersama – sama mempengaruhi $L_{bunyi-ruang}$ sebesar 37.7 %. Untuk Uji Hipotesa Dua didapatkan bahwa terdapat hubungan yang nyata dan sempurna dengan tingkat signifikansi 0.00 antara $L_{bunyi-ruang}$ tanpa absorber dan $L_{bunyi-ruang}$ dengan absorber. Dan dengan tingkat signifikansi (α) 0.05 , maka dapat diuji pembuktian bahwa “ Penutupan absorber efektif dalam menurunkan Tingkat Intensitas kebisingan di Dalam Ruang Bangunan “. Sedangkan Hasil Analisa Kualitatif menunjukkan temuan bahwa “ Lama studi mahasiswa tidak dapat digunakan untuk memprediksi gangguan kebisingan pada pemakai bangunan. Walaupun dalam distribusi frekuensi didapatkan hasil bahwa : Untuk substansi ‘alasan bisung mengganggu’, 28 % menjawab konsentrasi terganggu, 36 % menjawab suara dosen tidak terdengar, 36 % menjawab Minat kuliah menurun. Untuk substansi ‘motivasi belajar menurun’, 38 % menjawab motivasi menurun karena kebisingan . Namun demikian ditemukan hampir 67 % mahasiswa menjawab bahwa “ Kebisingan bukan penyebab turunnya prestasi ‘ dan 81 % mahasiswa menjawab bahwa “ Bisung tidak mengganggu, dengan alasan ‘ sudah terbiasa’ .

ABSTRACTS

Balcony and Canopy Design – MTA UNDIP, Erni Setyowati, Gagoek Hardiman, Hernowo Danusaputro

Educational Building is a building accomodating 'Speech Activities'. Therefore, it is better if such building is not laid on the region that has a high level intensity of noise. The higher level intensity of noise is, the more disturbance to the speech activities doing in such building. The building of Yustinus, is the one of many buildings in the Catholic University of Soegijapranata Region, Semarang (the capital city of Central Java Province-Indonesia). The building is bordered in the North-East by Highway Street that is called Jalan TOL, and Pawiyatan Luhur Street in the South-West.

The Acoustical Building phenomenon are : all of lecturing rooms are laid in both North-East side and South-West side of the building, that are closely bordered by Highway Street in the North-East and Pawiyatan Luhur Street in the South-West, and the 'concrete exposed ceiling's design' of the canopies in either North-East's building side or South-West's building side. These phenomenon are attracted researcher for making 'research activities'. The main aim of this research is to verivy that 'concrete exposed ceiling's design in the canopies, either in the North-East's building side or 'South-West's building side cause 'very high level intensity of noise' in the lecturing rooms. This research also consists of 'Traffic Nise's Influence-Tests' to both Lecturing rooms's Level and the users.

Research's Method applicating in this research is by layering the balconies and canopies with materials that could have absorbed the noise. These materials were layered at canopies in one of two identic rooms in the one side of building on the one floor. Indicator variables of the two identic rooms that influence to 'sound's intensity level in the enclosure room', such as : the distance of the source, angle of sound propagation, room's volume, the enlargement of room's separation, Reverberation time, background noise, and noise's intensity level of traffic, were made in similar condition or almost same. Another research's method was making zerro or disappear another 'noise source' excepted 'noise's intensity level of traffic'. And for this aim, the experiments of research were all held on Sundays or holidays.

The Research's result has been describing that 'correlation noise's intensity level of traffic and that of lecturing rooms', have a weak connection value of 0.087 for noise's intensity level of Highway Street, and the value of 0.075 for Pawiyatan Luhur's. The influence of traffic's noise intensity level to the lecturing rooms was 2.6%, and that of Pawiyatan Luhur Street was 1.9%. On other hand, the influence of Highways ang Pawiyatans together with other variabels such as : temperature, distance, height and room's volume to the lecturing rooms reached the value of 37.7%.

From the second Hypothesis was resulted the fact that there was obvious and absolute connection between noise's intensity level of an absorbed room and that of an unabsorbed one. Besides this, with the 'level of confidence' (α) = 0.05, it could be verified that "layering the balconies and canopies with absorber could reduce noise's intensity level in lecturing rooms". On other hand, kualitative Analysis Results describe that "Adaptation variable" could bot been used to predict noise's disturbance for users. Although from the "Frequency's Distribution" was found results that for 'Noise disturb' substance, 28% of students answered that 'concentration are disturbed, 36% of students answered that 'learning attention has been decreased . "For learning motivation has been decreased ". For learning motivation has been decreased substance, 38% of students that 'Learning motivation has been decreased because of noise. Nevertheless, is found that 67% of students answered that " Noise is not disturb because of the noise is an ordinary things"

THESIS-PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK ARSITEKTUR
UNIVERSITAS DIPONEGORO

UPT-PUSTAK-UNDIP

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Berbeda dengan keadaan jaman terdahulu dimana manusia nyaris selalu hidup dalam ketenangan , tanpa gangguan bising yang berarti, maka kita pada jaman moderen ,dengan segala sisi kehidupan yang serba moderen pula , dihadapkan pada pengaruh kebisingan yang selalu hadir dalam kehidupan kita,baik di luar gedung maupun didalam gedung . Pertumbuhan teknologi sains , penemuan bahan – bahan sintetik, kemajuan di bidang industri, pertambahan derajat otomatisasi dan mekanisasi , telah menimbulkan dampak yang tidak kita perkirakan sebelumnya . Dampak perkembangan teknologi yang berakibat timbulnya gangguan kebisingan , pada gilirannya akan menimbulkan pengaruh yang mengkhawatirkan bagi kenyamanan pemakai bangunan bahkan merusak organ pendengaran yang disusul dengan kondisi memburuk terhadap kesehatan manusia secara keseluruhan .

Kecenderungan penggantian konstruksi bangunan yang lazimnya berat dan tebal, dengan bahan pengganti yang relatif lebih ringan , tipis dan bersifat ‘ prefabricated ‘, pemilihan lokasi bangunan yang kurang tepat, desain bangunan yang kurang mempertimbangkan perilaku refleksi energi bunyi, memberikan efek negatif terhadap segi akustik bangunan. Semua unsur ini telah berperan dalam menjadikan **Akustik-Arsitektur** sebagai suatu disiplin penting dalam pengendalian lingkungan di dalam maupun di luar bangunan. Akustik Lingkungan , atau pengendalian bunyi secara arsitektural , merupakan suatu cabang pengendalian lingkungan pada ruang – ruang arsitektural. Ia dapat menciptakan suatu

lingkungan, dimana kondisi mendengarkan secara ideal disediakan, baik dalam ruang tertutup maupun di udara terbuka dan penghuni ruang – ruang arsitektural di dalam maupun di luar akan cukup dilindungi terhadap bising dan getaran yang berlebihan , Leslie Doelle (1993,4).

Ditambahkan bahwa pengendalian bunyi secara arsitektural mempunyai dua sasaran , yaitu : (1) menyediakan media yang baik untuk produksi, perambatan, dan penerimaan bunyi yang diinginkan (pembicaraan atau musik) di dalam ruang yang digunakan untuk bermacam – macam tujuan mendengar, atau di ruang terbuka . Bidang pengendalian bising arsitektural ini , disebut akustik ruang . (2) Peniadaan atau pengurangan bising (bunyi yang tidak diinginkan) dan getaran dalam jumlah yang cukup . Ini disebut pengendalian bising . Sedangkan untuk pembahasan penelitian ini akan ditekankan pada pengendalian bising arsitektural yang berkaitan langsung dengan kondisi kebisingan dari luar bangunan, melalui elemen fasade bangunan perrefleksi bunyi. Elemen bangunan perrefleksi bunyi ini memasukkan sebagian energi bunyi ke dalam ruang bangunan, dalam penelitian ini diambil kasus bangunan pendidikan. Untuk selanjutnya pembahasan akan difokuskan kepada perilaku pantulan kebisingan lingkungan yang masuk ke dalam bangunan.Sedangkan Akustik ruang sendiri akan cenderung dibicarakan terbatas pada rekomendasi-rekomendasi dan rujukan untuk penelitian lebih lanjut.

Fenomena Arsitektur yang terjadi di lapangan menunjukkan bahwa masalah kebisingan ini kurang mendapatkan perhatian yang serius, sehingga pada bangunan – bangunan dimana faktor ketenangan atau persyaratan kenyamanan bebas dari gangguan kebisingan dalam mendisain bangunan belum dicermati secara seksama . Gangguan kebisingan berasal dari berbagai macam sumber , sebagai berikut :

- a. Bising lalu lintas dan transportasi (mobil, truk, sepeda motor, kereta api, pesawat terbang)
- b. Bising Industri
- c. Bising yang diakibatkan oleh aktivitas manusia (penggunaan peralatan moderen)

Yang mendapatkan pengaruh paling besar dari propagasi kebisingan yang datang dari luar adalah fasade bangunan. Seperti diungkap oleh Departemen Pekerjaan Umum melalui ISEM (Institutional Strengthening in Environmental Management) bahwa ada persyaratan resmi dalam perhitungan tingkat kebisingan pada fasade bangunan. Disamping itu juga disebutkan bahwa Keberagaman tingkat intensitas kebisingan yang terjadi, tergantung pada : (1) gradien atau sudut propagasi (2) prosentase dari jenis kendaraan berat, (3) jarak dari arus lalu lintas , (4) dan pengaruh dari barier .

Menurut Vern O Knudden dan Cyril M. Harris (1978, 296) bahwa kegiatan utama yang berlangsung dalam suatu bangunan pendidikan adalah kegiatan belajar mengajar yang esensi dasarnya adalah kegiatan “ pendengaran dan pembicaraan “. Dan hal yang terpenting dalam disain akustik bangunan pendidikan adalah bagaimana bangunan pendidikan tersebut dapat melayani kegiatan utama tersebut dengan baik, agar proses belajar mengajar berlangsung dengan baik tanpa adanya gangguan kebisingan .Disain akustik Bangunan Pendidikan mensyaratkan pertimbangan – pertimbangan seperti : (1) Pemilihan site , (2) lokasi bangunan dalam site : Bangunan, tumbuhan , dan pengaturan atau perencanaan ruang dalam bangunan , (3) persyaratan insulasi bunyi dalam ruang bangunan, (4) serta perencanaan Akustik , terutama ruang kuliah atau ruang kelas.

Bangunan Yustinus , berlokasi di kompleks Perguruan Tinggi Swasta Benda ngisor, Pawiyatan Luhur, ditepi jalan Tol Jatingaleh – Krapyak, Semarang, yang berkondisi menanjak landai serta menyempit. Walaupun sudah ada faktor koreksi propagasi suara berupa bukit, vegetasi, dan perletakan bangunan terhadap sumber bunyi sangat jauh di atas letak sumber bunyi, namun menurut pengamatan pendahuluan , ‘*Background Noise*’ yang terjadi masih sangat tinggi , sekitar 43 – 49 dB, padahal *Background Noise* untuk Bangunan Pendidikan direkomendasikan sekitar 25 dB (Leslie Doelle, 1994). Ruang – ruang kuliah terutama dilantai 3, 4 dan 5 , baik pada sisi massa bangunan sebelah Timur laut (yang menghadap jalan Tol) ataupun sisi Barat Daya (yang menghadap Jalan Pawiyatan luhur) , pada observasi awal sangat sering mendapatkan tingkat intensitas suara lebih besar daripada 60 dB. Jauh di atas Baku Tingkat Kebisingan Peruntukan Kawasan – Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor KEP-48/MENLH/11/1996, yang merekomendasikan untuk bangunan sekolah dan pendidikan sebesar 55 dB.

Ruang – ruang yang membutuhkan ketenangan sedapat mungkin dijauhkan dari aktivitas yang menimbulkan kebisingan , Vern O Knudsen (1978,296). Kenyataannya, pada bangunan Yustinus – Unika Soegijapranata ini, ruang – ruang kuliah ditempatkan pada sisi bangunan yang berhadapan langsung dengan Jalan Tol, sehingga kebisingan memberikan dampak negatif bagi pemakai bangunan . Begitu pula dengan pertimbangan “ Ekonomisasi “ dalam finishing bangunan, seperti “ Beton ekspos” yang bersifat sebagai pemantul bunyi, dengan koefisien absorpsi 0.02 pada frekuensi tengah (500 – 1000 Hz). Sedangkan pemilihan massa bangunan, yang mengakibatkan terbentuknya bidang – bidang pantul yang peka terhadap energi bunyi, sudah jelas akan memberikan kontribusi yang sangat berarti dalam memasukkan energi bunyi ke dalam ruang .

Bangunan Yustinus , terdiri dari 6 lantai, 5 lantai efektif untuk kegiatan belajar mengajar dari Fakultas Ekonomi Jurusan Akuntansi dan Jurusan Management, dan D3 Perpajakan, dengan jumlah ruang sebanyak 72 ruang. Dan dari 72 ruang itu berdasarkan faktor pengaruh propagasi suara terhadap penerima di dalam bangunan, seperti ; faktor refleksi, sudut propagasi suara, jarak antara titik penerima dan sumber bunyi, serta faktor penghalang atau barrier, akan diambil sample sebanyak 10 titik pengukuran yang mewakili tipikal ruang bangunan berdasarkan dua sisi massa bangunan, yaitu sisi Timur Laut dan sisi Barat Daya. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor KEP-48/MENLH/11/1996 (Tabel 06) dan Kebisingan Ekuivalen yang Direkomendasikan Bagi Kesehatan (Tabel 05), digunakan sebagai pendekatan untuk mengetahui ketidakstandaran bangunan terhadap Aspek Akustik..

A. Rumusan Permasalahan

Tingkat kebisingan juga dipengaruhi oleh Suhu dan Kelembaban. Semakin tinggi suhu udara , maka akan semakin tinggi frekwensi bunyi yang berakibat makin memperkuat tingkat tekanan bunyi di udara. Di daerah tropis , suhu menunjukkan angka maksimal pada siang hari. Hal ini tentu saja akan berdampak pada bising yang diterima oleh pemakai bangunan Gedung Yustinus. Pada siang hari , trafik juga akan menunjukkan intensitas terpadat dibandingkan jam – jam pada sore dan malam hari, yang pada gilirannya akan menambah tingkat tekanan bunyi yang diterima oleh pendengar .

Pemahaman di atas dapat dipakai sebagai dasar dalam identifikasi permasalahan dalam penelitian , dimana aktivitas belajar di dalam ruang kelas bersamaan waktunya dengan

jam – jam sibuk trafik, terutama pada fase siang hari dan pengaruhnya pada intensitas kebisingan yang diterima pada bangunan.

Faktor iklim yang mempengaruhi perencanaan bangunan di daerah Tropis Lembab, seperti ; kelembaban, panas dan sinar matahari, angin, dan temperatur akan sangat berpengaruh pada disain tampilan bangunan, seperti : penghalang sinar matahari, ventilasi, bidang terbuka pada selasar tepi bangunan. Pertimbangan faktor iklim tersebut di atas membuat dampak permasalahan baru yaitu ‘ kebisingan pada bangunan’. Pada gedung Yustinus Unika Soegijapranata, kebisingan yang dirasakan sangat dominan adalah kebisingan lingkungan yang berasal dari trafik kendaraan , baik di jalan TOL maupun di Jalan Pawiyatan Luhur .

1. Permasalahan

Untuk itu dalam penelitian ini akan ditelusuri dan dibahas permasalahan sebagai berikut :

- a. Seberapa jauh tingkat intensitas kebisingan trafik , baik trafik jalan tol maupun jalan Pawiyatan Luhur mempengaruhi tingkat intensitas kebisingan ruang bangunan.
- b. Seberapa besar pengaruh penambahan elemen absorber pada balkon dan kanopi dapat mereduksi kebisingan lingkungan yang dipantulkan ke dalam ruang bangunan Yustinus.
- c. Apakah gangguan kebisingan terhadap pemakai bangunan , dipengaruhi oleh variabel ‘ adaptasi ‘, yang dicerminkan oleh lama studi mahasiswa .

2. Hipotesa Penelitian

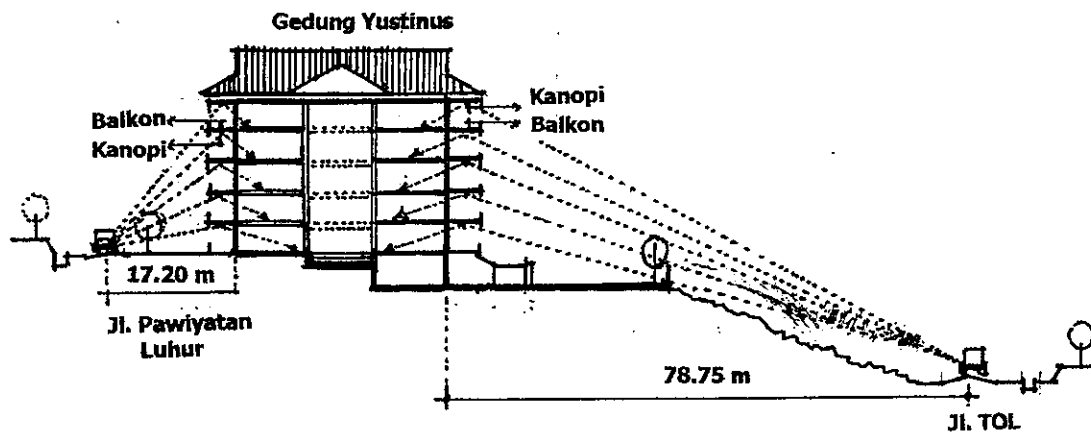
Tujuan akhir dari penelitian adalah untuk menguji hipotesa. Dan hipotesa penelitian yang berjudul : "Pengaruh Disain Balkon dan Kanopi pada Fasade Bangunan Bertingkat terhadap Pantulan Kebisingan ke Dalam Ruang Bangunan" ini adalah sebagai berikut :

- a. Kebisingan trafik kendaraan, baik di Jalan TOL maupun di Jalan Pawiyatan Luhur pada gedung Yustinus akan memberikan pengaruh pada tingkat intensitas kebisingan ke dalam ruang .
- b. Disain balkon dan kanopi pada bangunan Yustinus buruk dalam hal akustik, sehingga penambahan bahan absorber pada elemen bangunan tersebut dapat mereduksi kebisingan lingkungan yang dipantulkan ke dalam ruang .
- c. Lama studi mahasiswa yang mencerminkan variabel 'adaptasi' mempengaruhi jawaban responden mengenai gangguan kebisingan.

3. Definisi dan Asumsi

Yang dimaksudkan dengan kebisingan trafik adalah kebisingan yang diakibatkan oleh trafik kendaraan baik di Jalan TOL maupun di Jalan Pawiyatan Luhur yang berbatasan langsung dengan Gedung Yustinus, pada jam-jam tertentu sesuai dengan standar dalam metode pengukuran kebisingan trafik, hanya saja dalam penelitian ini , akan dibatasi sampai dengan sore hari, yaitu waktu berakhirnya kegiatan belajar mengajar pada bangunan Yustinus. Pembatasan waktu eksperimen penelitian ini juga didasari teori bahwa untuk jenis bangunan tertentu (kantor, sekolah, gereja) pengukuran '

tingkat bising eksterior ' hanya dilakukan pada fase siang hari (Leslie Doelle, 1993, 162).



Gambar 01. Teritisasi Bangunan pada Arsitektur tropis Lembab
Sumber : Gambar Kerja , Gedung Yustinus UNIKA

Bahwa tampilan atau fasade bangunan di daerah Tropis lembab , terutama Balkon dan Kanopi , merupakan elemen bangunan yang memiliki kontribusi cukup besar dalam memantulkan energi bunyi kebisingan lingkungan ke dalam ruang , terutama sumber kebisingan lingkungan yang diakibatkan oleh trafik kendaraan.

Pantulan kebisingan lingkungan ke dalam bangunan , mempunyai variabel indikator seperti : volume ruang, luasan bidang pembatas ruang , luasan material pembatas ruang , jarak terhadap sumber suara, sudut propagasi, dan waktu dengung ruangan. Pengertian disain sebenarnya berkaitan erat dengan variabel – variabel pengaruh seperti : bentuk, skala , proporsi, inersia visual, warna, tekstur, dan bahan. Namun dalam penelitian ini akan ditekankan pada disain yang berkaitan dengan bahan bangunan atau material *'finishing'* . Disain balkon dan kanopi di dalam penelitian ini

akan ditekankan pada pengaruh perubahan pemakaian bahan bangunan pada elemen fasade bangunan, yaitu balkon dan kanopi.

4. Pendekatan

Jawaban atas permasalahan dalam penelitian ini, didekati dengan survey lapangan melalui pengukuran Intensitas Kebisingan trafik secara berulang – ulang . Dan secara bersamaan , diukur pula intensitas kebisingan pada ruang – ruang kuliah bangunan Yustinus , sebanyak 5 lantai (ruang yang diukur , diambil berdasarkan 'sampling'). Dengan metode pengukuran tersebut, diharapkan akan diperoleh korelasi antara kebisingan trafik dan gangguan kebisingan dalam ruang bangunan yang diakibatkan oleh bentuk fasade bangunan.

B. Keaslian Penelitian

Berdasarkan studi kepustakaan yang dilakukan oleh peneliti, diketahui bahwa penelitian mengenai pengaruh ' Bentuk fasade bangunan ' terhadap gangguan kebisingan trafik, belum pernah diteliti di Indonesia, paling tidak penelitian untuk penyusunan skripsi program S1, tesis program S2, di Universitas Diponegoro dan Lembaga Pendidikan Tinggi lain yang ada di Semarang. Namun dalam kajian pustaka yang dilakukan oleh peneliti, ditemukan bahwa pengaruh kebisingan trafik terhadap tingkat intensitas kebisingan pada ruang kuliah , pernah dilakukan. Begitu pula dengan keterkaitan antara faktor kebisingan trafik dengan faktor gangguan psikologis pada pemakai bangunan. Adapun penelitian – penelitian yang dimaksud adalah : ' Tingkat Kebisingan Ruang Kuliah Fakultas Psikologi', oleh A. Ardiyanto dan FX. Sumarsono,

(1993) dan ‘ Pengaruh Kebisingan Suara Terhadap Motivasi dan Prestasi Belajar Mahasiswa Fakultas Psikologi’, oleh Pius Heru Priyanto dan Ferdinandus Händiarto (1998). Oleh karena itu peneliti memutuskan untuk mengambil tema penelitian yang berkaitan dengan pengaruh disain fasade bangunan terhadap gangguan kebisingan yang masuk ke dalam bangunan dengan judul : “ Pengaruh Disain Balkon dan Kanopi pada Bangunan Bertingkat terhadap Pantulan Kebisingan Lingkungan ke Dalam Ruang Bangunan”

Penelitian untuk penyusunan thesis ini, membahas besarnya pengaruh penambahan bahan penyerap bunyi pada balkon dan kanopi bangunan terhadap tingkat intensitas kebisingan yang diterima pada ruang – ruang bangunan, khususnya pada ruang –ruang kuliah. Pembahasan lain dalam penelitian ini adalah mengkaji kembali bentuk dan lay out bangunan, khususnya mengevaluasi kembali disain material ‘*finishing*’ kanopi bangunan di daerah tropis dalam kaitannya dengan usaha pengantisipasi terhadap gangguan kebisingan lingkungan.

1.2. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

A. Tujuan

Penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut :

1. Untuk mengkaji pengaruh kebisingan trafik terhadap ruang bangunan, khususnya terhadap tingkat intensitas kebisingan di dalam ruang bangunan.

2. Untuk mengevaluasi pengaruh penambahan bahan absorber bunyi pada fasade bangunan, terhadap penurunan tingkat intensitas kebisingan yang diterima pada ruang – ruang bangunan.
3. Untuk mengevaluasi pengaruh kebisingan terhadap pemakai bangunan .

B. M a n f a a t Penelitian

Penyusunan penelitian ini dimaksudkan , agar hasil penelitian dapat bermanfaat dalam kaitannya dengan teknologi bangunan khususnya di bidang Fisika Bangunan, yang berkaitan dengan Akustik Lingkungan dan Akustik Bangunan , terutama bangunan pendidikan yang terletak pada kawasan dengan tingkat kebisingan yang tinggi.

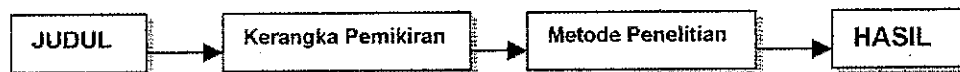
Untuk institusi, dalam hal ini Universitas Katholik Soegijapranata - Semarang, penelitian ini berguna untuk memberikan masukan kepada pimpinan institusi, mengenai kekurangan – kekurangan yang menjadi temuan dari penelitian ini, sehingga pada gilirannya diharapkan institusi yang bersangkutan dapat mengambil langkah – langkah nyata dalam mengantisipasi kekurangan serta kelemahan tersebut.

Penelitian ini juga diharapkan akan dapat memberikan masukan bagi penguasa daerah setempat dalam hal ini adalah Pemerintah Daerah Tingkat I Kotamadya Semarang . Hasil penelitian diharapkan dapat dipakai untuk mengkoreksi kembali Penataan Daerah yang berkaitan dengan Peruntukan Lahan Kawasan Perkotaan sehingga tidak terjadi lagi kawasan – kawasan dengan tingkat kebisingan mengganggu seperti : pabrik, lapangan terbang dan kawasan di tepi jalan bebas hambatan yang

diperuntukkan bagi fasilitas – fasilitas umum yang teramat sangat membutuhkan ketenangan , seperti : Sekolah, rumah sakit dan permukiman .

1.3. ALUR PIKIR PENELITIAN

Dari rumusan permasalahan di atas yang didasari dengan latar belakang penelitian, maka dapat dirangkum, sesuai dengan ' Pedoman Penulisan Tesis' yang distandarkan berupa garis besar alur penelitian yang menghubungkan titik – titik sentral permasalahan agar menjadi rangkaian yang jelas dan tidak bias. Titik – titik sentral permasalahan tersebut adalah garis yang menghubungkan antara : Judul , Kerangka Pemikiran, Metode Penelitian dan Hasil Penelitian .



Skema 01 : Alur Pikir Penelitian

Sumber : Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro, Pedoman Penulisan Tesis

BAB II

KEBISINGAN LINGKUNGAN PADA BANGUNAN DI DAERAH TROPIS LEMBAB

Pada abad pertengahan , seperti halnya pada jaman Mesir dan Yunani, digambarkan bahwa raja, golongan penguasa dan Penasihat Spiritual kerajaan memegang peranan yang sangat penting terhadap proses disain dan pelaksanaan bangunan. Disamping itu, mereka juga melibatkan sejumlah tenaga ahli seperti : pemahat, ahli matematika, insinyur dan ilmuwan. Pada jaman sekarang tidak jauh berbeda , arsitek harus bekerja bersama – sama dengan pihak pemberi tugas, pemerintah setempat, dan tenaga ahli terkait, sebelum akhirnya tercapai suatu kesepakatan baik dalam hal disain perencanaan maupun pelaksanaan.

Proses disain meliputi beberapa tahapan keputusan yang tidak sederhana, yang harus diambil dalam satu waktu, yang terkadang sangat sempit, sebelum akhirnya dicapai suatu kesepakatan dan jalan keluar atau solusi yang optimal. Diawali dengan mendapatkan proyek, penentuan lingkup permasalahan, batasan lokasi dan biaya, dan selanjutnya adalah Analisa Pendekatan Disain , yang meliputi pemilihan bentuk, struktur dan material, *Ernest Burden (1995,32)*.

Keterbatasan lokasi dan biaya , selayaknya diimbangi dengan pemecahan disain yang bijaksana tanpa mengorbankan aspek lain yang terkadang sebenarnya sangat penting dan pada akhirnya akan menimbulkan dampak negatif bagi kepentingan pengguna bangunan.

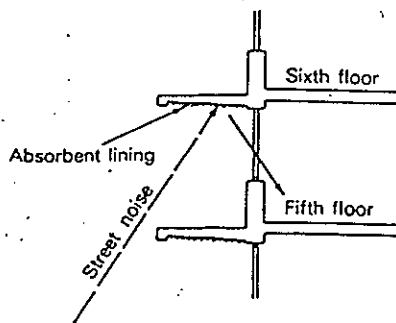
Ernest Burden menambahkan , bahwa pada saat seorang perencana memulai pekerjaannya dalam merencanakan suatu bangunan, seyogyanya sejumlah pertanyaan dimunculkan

**THESIS-PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK ARSITEKTUR
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

mengenai : ruang (space) , pembatas (enclosure) , organisasi geometris, pemecahan disain permukaan bangunan, dan pemilihan bahan dan material bangunan yang sesuai. Volume dan fasade menentukan tampilan luar bangunan. Dan hal ini mengingatkan kita bahwa ada sesuatu yang dilindungi di sebalik dinding solid tersebut, yaitu suatu ruang dalam yang memerlukan persyaratan teknis tertentu.

Suatu bangunan, disamping harus memenuhi aspek aestetis, juga harus memiliki pertimbangan yang berkaitan dengan aspek teknologi dan aspek sosial. Aspek estetis, berkaitan dengan proporsi dan perbandingan, yang apabila ditelusuri akan bermuara pada 'style' bangunan itu sendiri. Sedangkan aspek teknologi adalah aspek penting agar bangunan lebih berdaya guna. Aspek sosial lebih berkaitan dengan pemakai bangunan sebagai bagian dari masyarakat yang memiliki adat dan budaya serta tingkat peradaban dan tingkat perekonomian tertentu.

Pada beberapa kasus memperlihatkan bahwa ternyata "Akustik" bukan satu – satunya pertimbangan penting yang harus dipikirkan oleh perencana, namun ada pertimbangan lain yang mempunyai bobot kepentingan yang sama , yaitu iklim . Seperti dikemukakan oleh Schaudinisky (1976, 319) : Apabila lokasi bangunan berada di tepi jalan besar yang sangat padat, bangunan sebaiknya diletakkan dengan sisi lebar yang menghadap jalan, sedangkan sisi yang tidak menghadap jalan didisain untuk bukaan jendela . Namun pada kenyataannya , perletakan bangunan didisain dengan pertimbangan iklim ataupun pertimbangan lain, sedangkan pertimbangan akustik dikesampingkan . Menurut Benjamin Stein (1986,75) menyatakan bahwa : "Bunyi dan Udara harus dipertimbangkan secara bersama – sama karena keduanya sulit dipisahkan " .

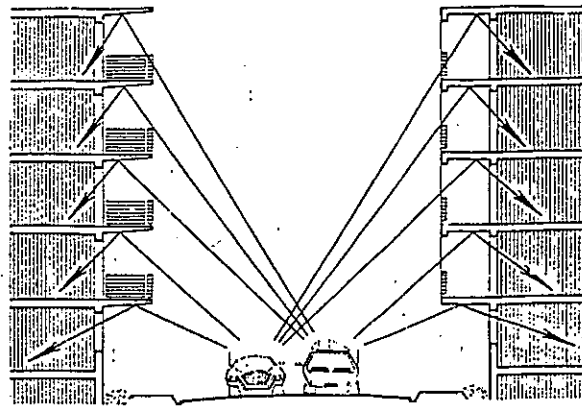


Gambar 02 . Intervensi Bunyi di Dalam Sistem Ventilasi pada Bangunan (sumber : Environmental Science Handbook for Architects and Builders, SV. Szokolay , 1980)

Bangunan terutama di daerah tropis harus berjendela terbuka untuk ventilasi dan hembusan angin, ironisnya, kebisingan akan masuk melalui jendela terbuka bersama angin. Udara yang terpolusi adalah bentuk ancaman lain dari ventilasi alami. Hampir semua overhang yang mengurangi kecepatan angin, juga menyaring masuknya partikel kotor.

Ditambahkan pula bahwa sangatlah luar biasa, apabila suatu bangunan didisain dengan solusi yang sangat bagus , baik penyelesaian disain ventilasi maupun penyelesaian permasalahan kebisingan lingkungan yang masuk ke dalam bangunan bersama udara. Kenyataan menggambarkan , bahwa bangunan pada umumnya hanya dapat bersifat respon terhadap salah satu penyelesaian dari kedua penyelesaian di atas. Dan penyelesaian permasalahan yang tidak terakomodasikan , biasanya membutuhkan biaya yang tidak sedikit.

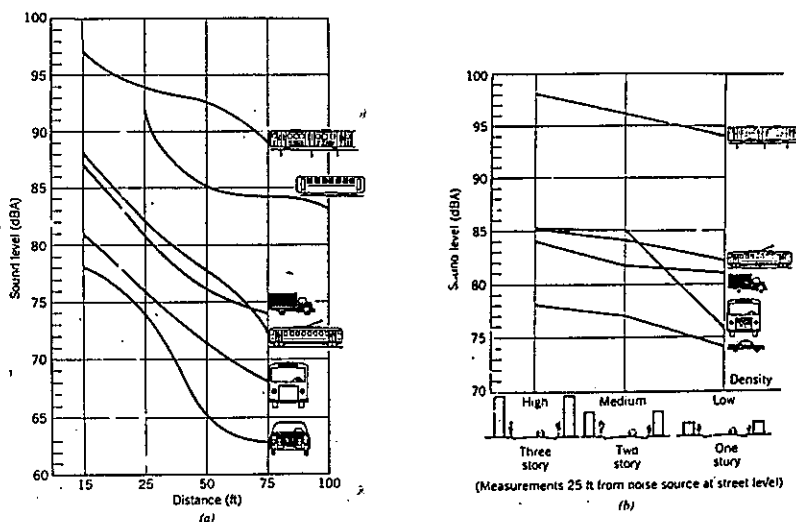
Kebisingan kota yang utama diantaranya adalah kebisingan transportasi Jalan Raya. Dua karakteristik perencanaan kota yang berkontribusi dalam meningkatkan kebisingan Jalan Raya adalah : Permukaan bangunan yang keras cenderung memantulkan kebisingan dari pada menyerapnya , dan dinding paralel yang cenderung memperhebat kebisingan daripada mengurangi kebisingan , Leslie Doelle (1993,158).



Gambar 03. Kebisingan Transportasi Jalan Raya
Sumber : Akustik Lingkungan , Leslie Doelle

Dalam memprediksi Kebisingan Ruang Luar Bangunan, berlaku hukum ataupun ketentuan yang menghubungkan fungsi ' jarak ' dan fungsi ' tinggi bangunan ' terhadap tingkat kebisingan (Clifford R.Bragdon, dalam Benjamin Stein, 1986, 78) .

Gambar 04. : (a) Jarak sebagai Faktor dalam Tingkat Intensitas Kebisingan
(b) Tinggi Bangunan sebagai Faktor dalam Propagasi Kebisingan
sumber : Benjamin Stein , " Mechanical and Electrical Equipment for Building", 1986



Untuk menggambarkan lebih jauh konteks permasalahan yang dihadapi , berikut ini akan dibicarakan secara berurutan : Pertimbangan Perencanaan berdasarkan Iklim, yang akan

mengarah kepada kecenderungan bentuk bangunan berdasarkan iklim , disusul dengan Pertimbangan Perencanaan berdasarkan Aspek Kebisingan .

2.1. PERENCANAAN BERDASARKAN IKLIM

Aspek – aspek klimatologis pada daerah tropis, hendaknya mendapatkan perhatian yang optimal dalam proses perencanaan bangunan tropis – lembab. Aspek – aspek klimatologis tersebut adalah : Panas dan Cahaya Matahari, Kelembaban Udara, Temperatur udara, Curah hujan , gerakan udara.

Mendukung pernyataan di atas, menurut *Hazel Conway dan Rowan Roenisch (1994, 96)*, suatu bentuk bangunan merupakan hasil dari banyak faktor, diantaranya adalah perbedaan kebudayaan dan letak geografi. Hal ini juga mengandung maksud tentang bagaimana arsitek mendisain bangunan tersebut, kaitannya dengan penghitungan terhadap cuaca.

Iklim selama ini diyakini oleh banyak pihak merupakan faktor yang sangat penting dan tidak dapat diabaikan begitu saja, dalam suatu proses perancangan bangunan. Seperti dikatakan oleh *Hazel Conway dan Rowan Roenisch (1994, 103)* bahwa betapa iklim sangat menentukan tampak luar bangunan , seperti yang diperlihatkan di daerah tropis dengan overhang bersudut tajam, sebagai pematah sinar matahari, teras yang panjang pada sisi yang terlindung dari sinar matahari, dan pemakaian kisi – kisi serta lubang jendela yang optimal dalam memasukkan sinar matahari sebagai pencahayaan alami.

Beberapa aspek klimatologis perlu diperhatikan dalam perancangan bangunan, antara lain :

letak geografis yang berpengaruh pada pola musim suatu daerah, lintasan matahari, cahaya

THESIS-PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK ARSITEKTUR
UNIVERSITAS DIPONEGORO

dan panas matahari, temperatur udara, kelembaban udara, curah hujan, yang kesemuanya perlu diperhitungkan untuk mendapatkan standar kenyamanan penggunaan bangunan.

Pada daerah beriklim tropis lembab, memiliki dua musim, yaitu musim panas dan musim penghujan, hal ini disebabkan daerah beriklim tropis lembab dikelilingi oleh lautan, sehingga terjadi penguapan dan hujan yang bergantian masing – masing selama kurang lebih setengah tahun. Penguapan terjadi pada musim kemarau dan awan akan berubah menjadi air pada musim penghujan. Kondisi iklim tropis lembab, baik temperatur, kelembaban relatif, kecepatan angin maupun kenyamanan thermal, terlihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 01. Ciri – ciri Iklim Tropis Lembab
Sumber : Bangunan Tropis, George Lippsmeier, 1994

Jenis iklim	Suhu udara °C	Kelembaban Relatif %	Kecepatan angin (m/det)	Kenyamanan thermal °C
Tropis Lembab	23 - 24	45 - 95	1 - 4	25,4 – 28,9

Selain yang telah disebutkan di atas, ciri – ciri iklim tropis lembab, adalah :

- a. Curah hujan yang tinggi (1500 – 2500 mm tiap tahun)
- b. Intensitas matahari global horisontal (rata – rata harian 400 watt/m²)
- c. Keadaan langit yang pada umumnya selalu berawan

Untuk itu pada daerah beriklim tropis lembab seperti halnya Indonesia, faktor – faktor pengaruh perencanaan bangunan yang bersifat klimatologis harus dicermati dengan baik .

Untuk membatasi pembahasan agar lebih terarah pada konteks permasalahan, akan langsung dibicarakan Disain Bangunan berdasarkan pengaruh iklim.

A. Panas dan Silau matahari

Gangguan sinar matahari yang berakibat terhadap panas dan silau matahari dapat ditanggulangi dengan :

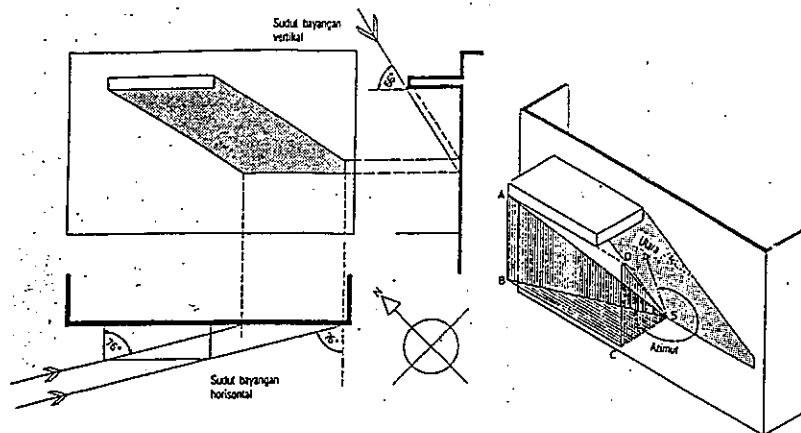
1. Orientasi bangunan

Dalam hubungannya dengan orientasi bangunan, yang harus diperhatikan adalah sifat – sifat dari peredaran matahari sepanjang tahun , dimana untuk wilayah iklim tropis lembab (contoh kasus di Indonesia dan Malaysia) lintasan matahari hampir selalu berada di atas kepala, walaupun pada saat – saat tertentu cenderung condong ke Selatan maupun Utara. Menurut teknik perencanaan , tata letak bangunan akan mengumpulkan sedikit panas jika bayangan bangunan adalah yang terbesar.

Orientasi bangunan, dalam kaitannya dengan posisi yang memperhatikan aspek akustik bangunan dijelaskan pada sub bab ‘Pengendalian Bising (Noise Control)’.

2. Perlindungan matahari perisai dan penyaringan (filter)

Pada komponen bangunan pelindung matahari ini dikenal kanopy/ sun shading, yang dapat ditentukan dengan menggunakan solar chart sehingga bisa ditentukan altitude dan azimuth posisi matahari. Dan menurut pengamatan, studi yang tepat mengenai sudut jatuh sinar matahari sangat diperlukan , karena hanya dengan ini orientasi bangunan dan pelindung cahaya dapat ditentukan dengan benar dan menguntungkan .



Gambar 05. Sudut Bayangan Horizontal dan Vertikal pada Kanopi Bangunan

Sumber : " Bangunan Tropis " , George Lippsmear , 1994

Namun tuntutan pembayangan tersebut, ditinjau dari akustik lingkungan memberikan kendala-kendala yang cukup berarti pengaruhnya bagi tingkat kenyamanan audial (pendengaran). Keberadaan kanopi pada bangunan, yang tidak diimbangi dengan solusi disain akustik yang baik, cenderung menambah tingkat kebisingan yang masuk ke dalam bangunan.

3. Penggunaan Bahan Bangunan

George Lippsmear (1994,54) mengemukakan pendapat bahwa , Kondisi iklim sangat menentukan jenis bahan bangunan yang digunakan dan diusahakan yang tidak menyerap panas secara maksimal. Pelapukan bahan bangunan tidak hanya disebabkan oleh faktor iklim seperti yang sering diduga , namun sering pula diakibatkan oleh penggunaan dan pemeliharaan yang kurang memadai. Pengaruh iklim harus

dipertimbangkan dalam pemilihan bahan . Warna , sifat dan density (kerapatan) bahan serta penggunaannya di dalam bangunan merupakan faktor perancangan yang tergantung pada apakah iklimnya panas kering, panas lembab, atau kombinasi keduanya .

Dari segi akustik, pemilihan bahan bangunan ini, digolongkan menjadi beberapa kategori jenis penyerap bunyi, dengan koefisien absorpsi yang bervariasi. Bahan bangunan dengan koefisien absorpsi dibawah 0,2 disebut sebagai 'reflektor' sedangkan bahan bangunan dengan koefisien absorpsi di atas 0,2 disebut sebagai 'absorber'

B. TEMPERATUR UDARA

George Lippsmear (1994,35) menyatakan bahwa : Pertimbangan perencanaan bangunan terhadap aspek klimatologis temperatur udara memerlukan perhatian yang optimal, karena pada daerah tropis lembab memiliki karakteristik temperatur (suhu) yang sangat tinggi serta perbedaan suhu maksimal dan minimal yang relatif kecil. Hal ini dapat dilakukan dengan memberi bentuk bangunan yang memungkinkan terjadinya akselerasi angin melalui adanya lubang ventilasi.

Sedangkan temperatur yang diakibatkan oleh akumulasi panas dapat diturunkan melalui keterbukaan ruang, yaitu dengan adanya pembagian ruang yang sederhana dan seakan – akan satu ruang besar dengan volume ruang yang mudah ditembus aliran angin. Penghawaan alami juga dapat dilakukan dengan membuka lobang – lobang ventilasi berupa “ *Cross Ventilation* “ (Ventilasi silang).

Namun , seperti telah dijelaskan didepan, bahwa ventilasi silang ini juga memberikan kendala yang cukup berarti, dari segi akustik. Hal ini disebabkan karena bukan udara bergerak saja yang masuk melalui lubang-lubang ventilasi ini, melainkan suara bisingpun akhirnya ikut masuk bersama dengan udara bergerak tersebut.

C. KELEMBABAN UDARA DAN HUJAN

Kondisi iklim tropis lembab memiliki kelembaban udara yang cukup tinggi , sehingga dalam rangka mencapai kelembaban yang optimal untuk mendapatkan kenyamanan thermal, diperlukan adanya prinsip perencanaan yang khusus. Untuk itu diperlukan adanya pergerakan udara untuk menurunkan kadar air yang terkandung dalam komposisi udara, George Lippsmear (1994,112)

Penggunaan bahan bangunan yang kedap air, sehingga air tidak dapat merambat masuk ke dalam bangunan yang dapat memungkinkan bertambahnya kelembaban dalam ruang. Atau dapat pula menggunakan isolasi air yang disatukan dengan penutup bangunan (dinding atau atap). Lebih baik lagi apabila upaya isolasi thermal ini, juga dikombinasikan dengan upaya isolasi bunyi, karena kedua upaya itu membutuhkan penanganan yang berbeda, seperti dikemukakan oleh Mangunwijaya (1997,169). Misalnya bahan-bahan penyerap bunyi yang sebagian besar berpori dan bukan merupakan bahan kedap air, tentu tidak sesuai dengan upaya isolasi thermal, yang mensyaratkan suatu bahan kedap air, agar tidak memasukkan kelembaban yang berlebihan pada suatu bangunan. Elemen penutup atap seperti genting pada bangunan tropis , juga memerlukan pertimbangan isolasi bunyi, karena lubang-lubang yang

terbentuk diantara genting, mengakibatkan bunyi tidak berguna masuk ke dalam bangunan.

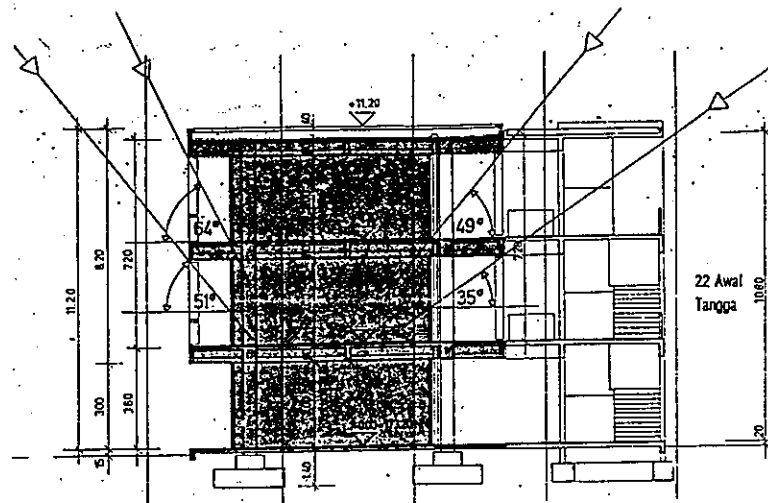
D. ANGIN (GERAKAN UDARA)

Seperti dikemukakan oleh George Lippsmear, (1994,35) Pergerakan udara sangat dibutuhkan di daerah beriklim tropis lembab sebagai penghawaan alami, dengan membuka lobang – lobang penghawaan yang besar, yang diharapkan dapat menghasilkan *Cross Ventilation* yang optimal. Aliran udara di dalam bangunan dapat dihasilkan dengan memanfaatkan angin atau melalui kontras temperatur antara bidang fasade yang terkena cahaya dengan yang tidak terkena cahaya, sehingga diharapkan dapat dihasilkan gerakan udara / angin yang berpindah dari daerah bertemperatur tinggi ke daerah bertemperatur rendah. Kontras perbedaan temperatur ini tergantung dari orientasi bangunan dan pengaturan lobang – lobang udara. Untuk mendapatkan ventilasi silang , lobang – lobang harus dibuat pada sisi bangunan yang berlawanan, dimana diusahakan angin mencapai bangunan dengan arah yang menguntungkan . Gerakan udara ini, disisi lain juga membawa kendala yang cukup berarti dari segi akustik bangunan, seperti telah disebutkan didepan, yaitu masuknya suara bising lingkungan yang terbawa bersama udara bergerak.

E. PENERANGAN ALAMI

Hal ini berkaitan dengan cara pendistribusian cahaya matahari ke dalam bangunan tanpa mengganggu standar kenyamanan optimal . Beberapa cara yang dapat dilakukan

antara lain dengan memperhatikan jumlah dan ukuran bukaan yang memasukkan cahaya matahari, serta posisi bukaan terhadap arah sumber cahaya (matahari). Juga perlu diperhitungkan sudut jatuh (maksimal – minimal) cahaya ke dalam bangunan.



Gambar 06. Pengaruh Posisi Bangunan terhadap Pencahayaan Alami
Sumber : *Bangunan Tropis*, George Lippsmeier, 1994

Disain kanopi bangunan, seperti terlihat pada gambar di atas, pada kenyataannya apabila tidak diimbangi dengan material penutup yang dapat menyerap bising lingkungan, maka ruang bangunan yang terletak disisi dalam fasade bangunan yang bersangkutan akan menerima tingkat intensitas bising yang berlebihan , sebagai akibat pantulan suara yang menyentuh permukaan bawah kanopi bangunan.

2.2. DISAIN VENTILASI , BALKON , KANOPI PADA SELUBUNG BANGUNAN

Northwood, TD. Dalam *Harris, Cyril M, (1979, 24 – 13)* mengemukakan , bahwa Tingkat kebisingan lingkungan juga sangat memperhatikan kasus – kasus kebisingan yang dialami oleh komponen – komponen bangunan seperti patio, balkon dan ruang – ruang sejenis. Dan

merekomendasikan agar ruang – ruang semacam ini dilindungi terhadap kebisingan lingkungan .

A. Pengertian Disain

Pengertian Disain adalah ‘mencipta’ . Di dalamnya meliputi pengorganisasian, dan perangkaian bentuk menjadi suatu arti yang baru (Ernest Burden,1993,2) . Penciptaan dan penyusunan suatu bentuk, elemen dan material menurut suatu pola perencanaan tertentu, dengan memperhatikan kendala ‘ fungsi’ dan ‘ ekonomi’ . Suatu bangunan mencerminkan kebudayaan masyarakat yang membangunnya. Ditambahkan pula bahwa, ‘ proses disain’ berisi serangkaian keputusan , yang di dalamnya meliputi keputusan-keputusan mengenai : bentuk, struktur dan material.

Setiap bangunan mengandung “ *The Six Basic Elements of Design*” , yaitu : *Form, Space, Light and Shadow, Texture, Line and Colour*. (Wiranto,1997,27). ‘ *Form* ‘ adalah bentuk. Bentuk dapat berkesan tertutup dan padat, dapat berkesan luas dan meruang, dapat pula berkesan terbuka . Bentuk struktur hendaknya mencerminkan fungsinya . ‘ *Space* ‘ mengisi bentuk. Perancangan yang baik mampu menciptakan “ *a feeling of space* “ , suatu langit – langit yang menerus mampu menciptakan ruang yang meluas dan menyatu. ‘ *Light and Shadow* ‘ memberikan sentuhan kedalaman suatu bangunan, dan perancangan gelap dan terang perlu dipikirkan secara simultan . ‘ *Texture* ‘ menyangkut hal – hal yang berkaitan dengan material bangunan. Material bangunan misalnya beton, batu – bata, yang memiliki penampilan ‘ kasar ‘ .

Sedangkan material lain seperti kaca, aluminium, plastik, memiliki kesan halus. Gubahan yang selaras bahan ini dalam penciptaan bangunan sangat diperlukan untuk menciptakan penampilan yang diinginkan. 'Line' mampu menciptakan efek horisontal dan vertikal, Garis – garis ini dapat ditampilkan oleh atap, garis tanah, garis kolom, kosen pintu dan jendela, teritisan bangunan, dan lain sebagainya. 'Colour' adalah warna dalam disain bangunan. Dengan warna perancang mampu memberikan penekanan dan kontras. Warna dapat tampil karena bahan material ataupun dari penambahan. Karakteristik Visuil daripada bentuk adalah : shape, besaran, warna, tekstur, posisi, orientasi dan inersia visuil (Francis, DK. Ching , 1979,87). Jadi menurut Francis DK. Ching- pun, 'tekstur', juga merupakan sesuatu yang penting dalam suatu bentuk. Tekstur disinipun juga melibatkan unsur material atau bahan.

Dari beberapa pengertian disain tersebut di atas, maka dalam Penelitian ini penekanan pada pengertian disain akan dibatasi pada pemakaian material bangunan, penutup elemen bangunan, atau disebut juga dengan material '*finishing*'.

B. Pengertian Selubung Bangunan atau Fasade Bangunan

Amplop, Selubung atau Fasade Bangunan, bukan melulu suatu bentuk 2 dimensi permukaan luar saja. Selubung bangunan ini adalah transisi – teater dimana interaksi antara dua kekuatan luar dan dalam bangunan dapat dilihat. Kebanyakan dari interaksi ini meliputi jalan dimana matahari dan terang langit memasuki ruang dalam. Selain matahari dan terang langit juga : tiupan angin, suara, dan guyuran air hujan.

Ruang transisi ini membentuk amplop bangunan, merupakan tempat dimana pengguna dalam bangunan menikmati sesuatu yang terjadi di luar bangunan, dan manusia di luar bangunan melihat sekilas mengenai fungsi yang ada di dalam bangunan. Semakin nyaman keadaan di luar ruangan, semakin mudah aktivitas di dalam bergerak menuju ke ruang transisi ataupun ruang peralihan ini.

Selubung bangunan juga memiliki dimensi ke-4 (empat). Selubung ini berubah bersama waktu. Musim mengganti efek pembayangan pada elemen kulit bangunan atau fasade bangunan. Perputaran tahun mengakibatkan elemen ' balkon' pada bangunan menjadi ' serambi muka cahaya matahari ' (*sun porch*). Elemen balkon bangunan ini menjadi ' respon langsung ' terhadap pengaruh dari ' *block wind – admit sun* ' (menghalangi angin, dan memasukkan cahaya). Namun tidak semua bangunan menunjukkan ' fleksibilitas' seperti ini. Selubung bangunan yang tidak berubah bersama waktu ataupun perputaran tahun, adalah simbol dari stabilitas.

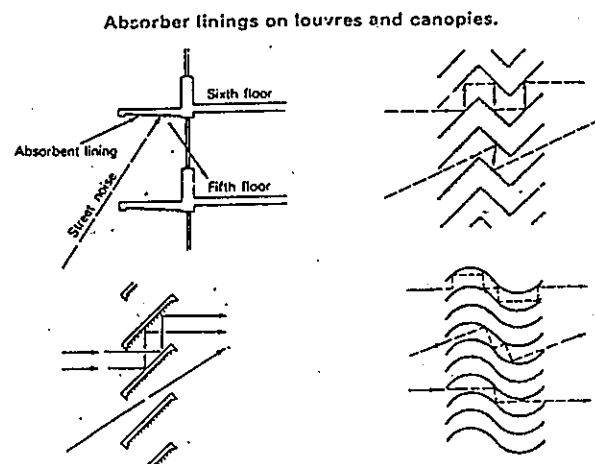
Gambar 07. Elemen shading ujung Barat Daya pada Bangunan Universitas Dragon, mencegah refleksi dengan mem- 'blocking' matahari. Bagaimanapun juga, elemen shading yang berbeda disediakan untuk fasade orientasi yang berbeda.

(Sumber : Mechanical and Electrical Equipment for Building, Benjamin Stein, 1986, 77.)



C. Ventilasi

Merupakan salah satu bagian fasade bangunan yang paling lemah terhadap gangguan bising lingkungan. Ventilasi ini biasanya berwujud bukaan pada dinding, yaitu jendela ataupun louvre. *YB. Mangunwijaya (1997,180)* menegaskan bahwa Jendela yang terbuka, akan menyerap semua energi suara, tanpa memantulkannya, oleh karena itu W.C. Sabine menggunakannya sebagai satuan pengukuran.

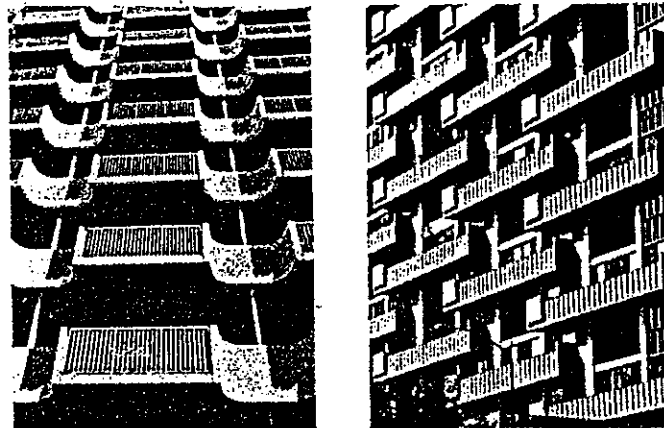


Gambar 08. Bukaan Dinding Bangunan berupa Jendela dan Louvre (Kisi-kisi)
 Sumber : Environmental Science Handbook for Architects and Builders, SV. Szokolay, 1980

Menurut Szokolay(1980,216) : Di daerah beriklim panas, dimana jendela selalu terbuka untuk tuntutan kenyamanan, pelapis penyerap yang ditempatkan pada titik kritis pemantul bunyi, dapat secara tepat mereduksi bunyi yang masuk ke dalam ruang. Gambar di atas melukiskan aplikasi pelapis penyerap pada kisi-kisi dan kanopi. Namun dapatlah dimaklumi bahwa penggunaan absorber semacam ini hanya dapat memperbaiki atau mengurangi kebisingan, dan tidak dapat memberikan proteksi yang lebih daripada itu. Dan dengan cara semacam ini sangatlah jarang dapat menghasilkan reduksi lebih dari 6 dB.

D. Balkon

Ernest Burden (1995,122) mengatakan bahwa Balkon adalah suatu bentuk plat pada eksterior / tampak luar bangunan sering ditumpu dari bawah oleh kantilever yang terbuat dari kayu, logam ataupun batu bata .



Gambar 09. Disain Balkon pada Bangunan.

Sumber : Elements of Architectural Design, Ernest Burden, 1995

Balkon paling sering dipagari oleh railing, balustrade, dinding pagar. Balkon membentuk perluasan dari ruang dalam bangunan dan paling sering didisain sebagai bagian integral dari struktur dan berkaitan erat dengan Style bangunan. Balkon dapat dipagari dengan railing solid atau transparan berjeruji, berornament besi cor, ataupun tak berhias sama sekali.

Leslie Doelle (1993, 159)menyatakan bahwa :Bangunan yang memiliki balkon menghadap jalan raya dengan volume trafik yang padat akan memantulkan bisung jalan raya ke dalam ruang bangunan melalui elemen ventilasi, jendela dan pintu. Sedangkan bangunan yang tidak memiliki balkon, tapi terdapat lubang-lubang pada selubung bangunannya, pada satu sisi menambah tingkat kebisingan di dalam ruang

bangunan, tapi pada sisi yang lain , disain bangunan yang seperti ini dapat meredam 'tingkat kebisingan ' trafik, karena permukaan lubang tersebut berfungsi sebagai 'peredam resonator' sekeliling trafik.

E. Kanopi

Menurut *Ernest Burden (1995, 139)* Bagian struktur ataupun non struktural yang direncanakan menonjol keluar dari dinding, kadang – kadang disuport oleh kolom, atau sering juga diberi pengakhiran berupa penutup atap untuk membentuk proporsi .

Kanopi adalah elemen bangunan yang didisain untuk memberikan efek pembayangan yang jatuh pada fasade bangunan, dengan demikian tujuan peneduhan pada fasade bangunan tercapai. Pada bangunan terutama daerah beriklim tropis, peneduhan ini diperlukan untuk memberikan kenyamanan, dan menghindari ataupun mengurangi silau yang diakibatkan oleh pencahayaan alami yang berlebihan.



Gambar 10. Kanopi Pada Bangunan.

Sumber : *Elements of Architectural Design*, Ernest Burden, 1995

Kanopi bangunan merupakan elemen bangunan yang lemah terhadap kebisingan lingkungan, apabila elemen ini memiliki permukaan yang keras, dan bersifat sebagai 'reflektor', namun apabila pada elemen bangunan ini dipasang 'absorber' (penyerap suara) maka elemen kanopi bangunan ini dapat mereduksi tingkat intensitas kebisingan ruang bangunan (SV. Szokolay, 217)

2.3. ASPEK KEBISINGAN LINGKUNGAN DALAM PERENCANAAN

Bangunan seharusnya didisain dengan mempertimbangkan aspek akustik lingkungan yang matang, dalam hal : Pengelompokan ruang, pemilihan site, *Lay out* bangunan, Pemilihan bentuk massa bangunan, serta Finishing Bangunan, Vern O Knudsen, Cyril M. Harris (1979-296).

Untuk membahas lebih jauh tentang aspek kebisingan lingkungan terhadap bangunan, akan dibicarakan secara berturut – turut pengertian kebisingan itu sendiri, bagaimana kebisingan itu merambat, dan bagaimana kebisingan itu bisa dikurangi, sehingga memberikan pengaruh positif bagi pemakai bangunan.

A. PENGERTIAN FISIK KEBISINGAN DAN REAKSI MANUSIA

1. Pengertian Fisik Gelombang Suara/Bunyi dan Pengertian Kebisingan

Bunyi yang menimbulkan kebisingan disebabkan oleh sumber suara yang bergetar.

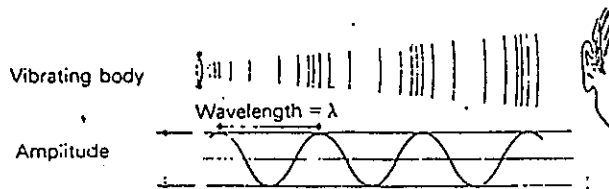
Getaran sumber suara ini menyebabkan terjadinya gelombang rambatan energi

mekanis dalam medium udara menurut pola rambatan longitudinal. Rambatan gelombang di udara ini dikenal sebagai suara atau bunyi.

Apabila kita membahas mengenai kebisingan, maka kita tidak dapat mengabaikan apa yang disebut dengan ' gelombang bunyi ' atau ' gelombang suara' . ' Gelombang Suara ' adalah suatu gejala fisika dalam medium (gas, zat cair, atau padat) yang dapat dideteksi oleh telinga manusia . Medium dimana gelombang suara merambat haruslah memiliki ' massa ' dan ' elastisitas ' . Oleh karena itu gelombang suara tidak akan dapat merambat melalui ' vacuum ' atau hampa udara . Gelombang bunyi di udara disebabkan oleh variasi tekanan di atas dan di bawah nilai statis tekanan atmosfer (tekanan atmosfer mempunyai nilai 10^5 pascal yang setara dengan 10^6 dyne/ cm^2 dan setara dengan 10^5 Newton/ m^2).

Menurut Cyril M Harris (1979, 2-2) Kebisingan adalah bunyi yang tidak dikehendaki karena tidak sesuai dengan konteks ruang dan waktu sehingga dapat menimbulkan gangguan kenyamanan dan kesehatan manusia .Pada pasal 1 Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor KEP-48/MENLH/11/1996 diuraikan definisi mengenai Kebisingan. Dalam pasal tersebut pengertian Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan .

a. Perambatan Suara



Gambar 11. Perambatan Suara.

Sumber : Environmental Science Handbook for Architects and Builders, SV. Szokolay, 1980

Gerakan gelombang suara seperti tergambar di atas, digambarkan dalam hubungan 3 (tiga) besaran fisis, sebagai berikut (Szokolay, 1980,178)

λ : panjang gelombang (m)

f : frekuensi (Hz – Hertz, jumlah getaran per detik)

v : kecepatan (m/detik)

Dan hubungan dari ketiganya adalah : $v = f \times \lambda$

Pada media penghantar yang sama, besar v adalah konstan. Untuk udara besar v adalah 340 m/detik, sehingga rumus di atas dapat ditulis sebagai berikut :

$$\lambda = \frac{340}{f} \quad \text{dan} \quad f = \frac{340}{\lambda} \dots\dots\dots (1)$$

Namun demikian apabila kepadatan udara berubah seiring dengan tekanan ataupun temperatur, maka kecepatan bunyi di udara juga berubah . Nilai 340 m/detik hanya valid pada keadaan suhu 14°C dan tekanan udara normal (101,3 kPa atau kN/m²), dan pada temperatur yang bervariasi, kecepatan bunyi bervariasi pula .

b. Terjadinya Kebisingan

Laju rambatan gelombang suara di udara bergantung pada suhu udara di sekitar . Pada suhu 20°C laju rambat suara sekitar 344 m/ detik. Setiap kenaikan suhu udara 1°C maka laju rambat suara di udara bertambah sekitar 0,61 m/detik. Dalam pengendalian kebisingan selalu diasumsikan bahwa laju rambat suara di udara tidak tergantung pada frekuensi dan kelembaban udara. Berikut ini diperlihatkan perubahan kecepatan suara terhadap fungsi temperatur :

Tabel.02 : Kecepatan Bunyi di Udara terhadap Fungsi Temperatur

T°C	V(m/detik)	T°C	V(m/detik)
-20	319,3	20	343,8
-10	325,6	25	346,7
0	331,8	30	349,6
10	337,8	35	352,5
15	340,8	40	355,3
Pada air suhu 15°C			1437
Pada air laut di dekat permukaan			1440
Pada air laut , kedalaman 100 m			1541

Sumber :Environment Science Handbook, SV. Szokolay (1980)

Suara merupakan gangguan fisis dalam suatu medium udara berlangsung melalui pola mampatan dan renggangan molekul- molekul udara yang dilalui. Gelombang yang merambat dengan pola seperti ini disebut gelombang longitudinal . Banyaknya mampatan dan renggangan yang terjadi dalam suatu interval waktu tertentu disebut frekuensi suara. Satuan frekuensi suara ini dinyatakan dalam Hertz (Hz) jika satuan interval waktu kejadian dinyatakan dalam detik.

Apabila ada desakan pada suatu lapisan udara , selama tekanan dalam lapisan yang tertekan lebih tinggi daripada atmosfer sekelilingnya , partikel udara dalam lapisan

yang bersangkutan akan bergerak ke luar dan menekan lapisan kedua. Lapisan kedua berpindah, bergerak ke lapisan berikutnya dan seterusnya . Lapisan regangan menyusul lapisan rapatan dalam arah keluar, dan merambat dalam tingkatan yang sama , disebut "*speed of sound*" (kecepatan bunyi). Bunyi merambat lebih cepat pada benda padat daripada di udara. Sebagai contoh kecepatan bunyi di dalam pasangan batu bata adalah berkisar 11 (sebelas) kali lebih cepat daripada kecepatan bunyi di udara (Cyril M. Harris, 1979, 2-1).

Gelombang suara di udara yang disebabkan oleh gangguan tekanan suara terhadap keseimbangan tekanan atmosfer menyebabkan tekanan udara bervariasi di atas dan di bawah keseimbangan statik atmosferiknya. Variasi tekanan udara ini dapat terjadi melalui ditimbulkannya mekanisme oleh :

- 1) Arus udara
- 2) Tumbukan arus udara dengan penghalang
- 3) Gelombang kejut pesawat supersonik
- 4) Vibrasi permukaan

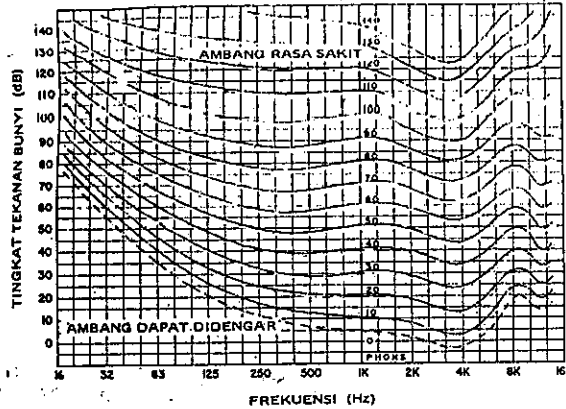
Timbulnya kebisingan biasanya melalui keempat mekanisme tersebut di atas.

c. Tingkat Kebisingan

Dalam KEP-48/MENLH/11/1996, disebutkan definisi 'Tingkat Kebisingan' adalah ukuran energi bunyi yang dinyatakan dalam satuan deciBelldisingkat (dB). Menurut Hans O Finke (1990, 11) Yang dimaksud dengan kuantitas dari besar kebisingan

adalah tekanan suaranya. Tingkat tekanan sebuah suara dengan frekuensi 1000 Hz pada ambang suara adalah $P_0 = 20\mu Pa = 2 \cdot 10^{-5} N/m^2$. Suara yang sangat bising mendekati ambang rasa sakit mempunyai tekanan suara sebesar 100 Pa.

Telinga manusia memiliki kepekaan logaritmis, sehingga dibuat patokan dengan menggunakan nilai logaritma dari intensitas bunyi dari p^2 sebagai kuantitas pengukuran. Dengan demikian definisi dari kuantitas bunyi adalah sebagai berikut :



Grafik 01 : Grafik Ambang Pendengaran Manusia .Sumber : Akustik Lingkungan , Leslie Doelle, 1993

$$L_p = 10 \log_{10} \frac{p^2}{p_0^2} \quad (\text{dB})$$

$$L_p = 20 \log_{10} \frac{p}{p_0} \quad (\text{dB}) \dots\dots\dots (2)$$

- L_p : Tingkat tekanan Bunyi
- p_0 : $20\mu Pa$, tekanan suara referensi
- p : tekanan suara terukur

Besar L_p disebut sebagai Tingkat Tekanan Bunyi, diekspresikan dalam decibel (dB). Karena hubungannya dengan Intensitas Suara dan Kuat suara , maka definisi Tingkat Intensitas dan Tingkat Tekanan suara adalah sama, hanya saja Tingkat tekanan suara cenderung digunakan untuk menyatakan besar dari Emisi suara sumber bunyi. Tingkat

tekanan suara diukur dengan menggunakan Sound Level Meter yang mempunyai signal nilai logaritmis.

Hubungan antara Intensitas Suara dan Tingkat Intensitas Suara pada berbagai sumber disajikan pada Tabel 03.

Tabel 03 : Hubungan antara Tekanan Suara dengan Tingkat Tekanan Suara untuk Berbagai Jenis Sumber Kebisingan

No	Jenis Sumber Kebisingan	Tekanan Suara(Pa)	Tk. Tekanan Suara (dB)
1	Pesawat jet tinggal landas (jarak 100 feet)	20.00	120
2	Pesawat jet tinggal landas (jarak 400 feet)	6.32	110
3	Sepeda motor (jarak 25 feet.)	0.632	90
4	Lalu – lintas, jalan kota	0.0632	70
5	Pidato	0.020	60
6	Perkantoran, permukiman	0.00632	50
7	Kamar tamu (tanpa TV)	0.0020	40
8	Kamar tidur (malam)	0.000632	30

Sumber : Kebisingan Lingkungan , Dwi P. Sasongko, Agus H, dkk ,2000

Tingkat Bunyi tidak dapat dijumlahkan begitu saja, melainkan harus dijumlahkan dengan nilai logaritmis , sebagai berikut :

$$L_{sum} = 10 \log_{10} \cdot \sum 10^{L_i/10} \dots\dots\dots (3)$$

Lsum : Tingkat Intensitas Bunyi total (gabungan)
 Li : Tingkat Intensitas Sumber Bunyi (dB)

Pola radiasi suara mempunyai karakteristik umum sebagai berikut :

- 1) Bila panjang gelombang suara sangat besar dibandingkan ukuran sumber suara maka suara akan terpancar secara seragam ke segala arah.
- 2) Bila panjang gelombang sangat kecil dibandingkan ukuran sumber suara maka suara akan terpancar secara terfokus dalam bentuk berkas suara, semakin tinggi frekuensinya semakin sempit berkas suaranya .

d. Intensitas Suara

Intensitas suara didefinisikan sebagai laju aliran energi (daya) suara yang menembus suatu luasan tertentu pada jarak tertentu. Dalam arah radial , intensitas suara dapat disajikan menurut persamaan :

$$I = W/S = W/4\pi r^2 \dots\dots\dots (4)$$

dengan I : Intensitas suara (W/m²)
 W : Daya suara (W)
 S : Luas permukaan yang ditembus suara (m²)
 r : jarak titik dari sumber suara (m)

Apabila dinyatakan dalam skala logaritmis , maka akan diperoleh skala tingkat intensitas suara (Sound Intensity Level) yang didefinisikan :

$$L_i = 10 \log(I/I_0) \dots\dots\dots (5)$$

dengan L_i : tingkat intensitas suara (dB)
 I : Intensitas suara (W/m²)
 I₀ : Intensitas suara acuan (10⁻¹² W/m²)

e. Pembobotan Tingkat Bunyi

Faktor Kenyaringan suara (loudness) sangat penting dalam kaitannya dengan pengaruh kebisingan terhadap manusia . Kenyaringan suara tidak hanya tergantung pada tekanan suara tetapi juga pada frekuensi. Telinga manusia ternyata tidak dapat merespon suara pada segala frekuensi . Respon telinga ternyata kurang baik untuk frekuensi rendah (kurang dari 500 Hz) dan frekuensi tinggi (lebih dari 8000 Hz) sehingga suara dengan frekuensi rendah dan tinggi kurang efektif diterima telinga

manusia dibandingkan frekuensi medium (antara 500 sampai 8000 Hz). Untuk mendapatkan angka yang menunjukkan tingkat tekanan suara dengan frekuensi yang luas tetapi masih dapat diterima secara efektif oleh telinga manusia maka dilakukan suatu pembobotan (weighting) . Pembobotan yang sering digunakan adalah pembobotan – A, dan dilakukan pada frekuensi rendah dan frekuensi tinggi, yang dihargai sebagai frekuensi medium. Satuan tingkat tekanan terbobot ini dinyatakan dalam dBA yang nilai pengukurannya dibaca langsung pada alat ukur Sound Level Meter dengan cara mengubah – ubah tombol. Pembobotan A untuk berbagai frekuensi disajikan pada tabel 04.

Tabel 04 : Respon Frekuensi Relatif Sound Level Meter - Pembobotan A

Frekuensi Suara (Hz)	Pembobotan – A (dB)
25	-44.7
31.5	-39.4
40	-34.6
50	-30.2
53	-26.2
80	-22.5
100	-19.1
125	-16.1
160	-13.4
200	-10.9
250	-8.6
315	-6.6
400	-4.8
500	-3.2
630	-1.9
800	-0.8
1000	0.0
1250	+0.6
1600	+1.0
2000	+1.2
2500	+1.3
3150	+1.2
4000	+1.0
5000	+0.5
6300	-0.1
8000	-1.1
10000	-2.5

Sumber : Cyril, M. Haris :Handbook of Noise Control, 1979

f. Penentuan Standar dan Kriteria Kebisingan

Standar dan Kriteria Kebisingan biasanya ditentukan berdasarkan pertimbangan pengaruh kebisingan terhadap manusia. Cara untuk menyatakan standar atau kriteria kebisingan dinyatakan secara jelas dalam Baku Tingkat kebisingan yang ditetapkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup atau oleh Menteri dari Departemen Teknis yang terkait.

Untuk menentukan pengaruh kebisingan terhadap manusia diperlukan kriteria tertentu yang berhubungan dengan tingkat kebisingan yang diperbolehkan terhadap kesehatan. Contoh kriteria tingkat kebisingan yang diperbolehkan terhadap kesehatan manusia disajikan pada Tabel 05.

Tabel 05 : Tingkat Kebisingan Ekuivalen (Rerata /tahun) yang diperbolehkan Terhadap Kesehatan
Sumber : May D, Handbook of Noise Assessment, 1978

NO	PERUNTUKAN KAWASAN	PERNYATAAN TK. KEBISINGAN	DALAM RUANGAN		PERLENDUNGAN PENDENGARAN	LUAR RUANGAN		PERLENDUNGAN PENDENGARAN
			Gangguan kegiatan	Hilang dengar		Gangguan kegiatan	Hilang dengar	
1	Permukiman berhal. luas	Lsm	45	-	45	55	-	55
		Lek(24)		70			70	
2	Permukiman tanpa halaman	Lsm	45	-	45	-	-	-
		Lek(24)		70				
3	Rumah sakit	Lsm	45	-	45	55	-	55
		Lek(24)		70			70	
4	Industri	Lek(24)		70	70		70	70
5	Pendidikan	Lek(24)	45	-	45	55	-	55
6	Tempat Rekreasi	Lek(24)		70	70		70	70

Untuk menjamin kelestarian lingkungan hidup agar dapat bermanfaat bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya maka diperlukan upaya pengendalian pencemaran atau perusakan lingkungan. Kebisingan merupakan salah satu dampak kegiatan yang dapat mengganggu kesehatan dan lingkungan sehingga untuk pengendalian kebisingan lingkungan diperlukan Baku Tingkat Kebisingan. Baku Tingkat Kebisingan ini ditetapkan melalui Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : KEP-48/MENLH/11/1996 tanggal 25 November 1996.

Sedangkan definisi Baku Tingkat Kebisingan, dalam Surat Keputusan tersebut adalah batas maksimal tingkat kebisingan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan.

Tabel 06 : Baku Tingkat Kebisingan Kawasan
Sumber : lampiran I, KEP-48/MENLH/11/1996

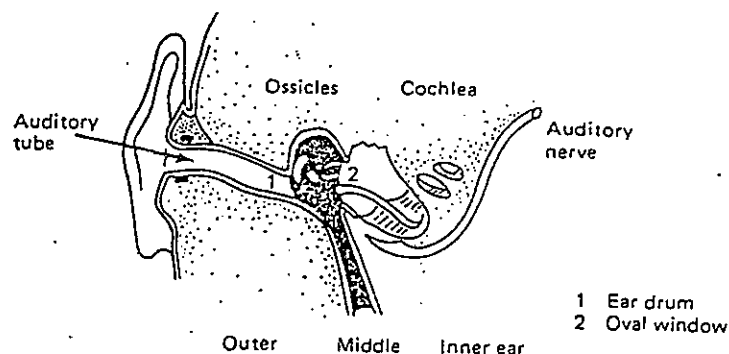
No	Peruntukan Kawasan Industri dan Kegiatan	TB Kebisingan (dBA)
A	Peruntukan Kawasan	
1	Perumahan dan Pemukiman	55
2	Perdagangan dan Jasa	70
3	Perkantoran dan Perdagangan	65
4	Ruang Terbuka Hijau	50
5	Industri	70
6	Pemerintahan dan Fasilitas umum	60
7	Rekreasi	70
8	Khusus	
-	Bandar Udara*	
-	Stasiun Kereta Api*	
-	Pelabuhan Laut	70
-	Cagar Budaya	60
B	Lingkungan Kegiatan	
1	Rumah Sakit dan sejenisnya	55
2	Sekolah dan sejenisnya	55
3	Tempat ibadah dan sejenisnya	55

Keterangan *) disesuaikan dengan Ketentuan Menteri Perhubungan

2. Reaksi Manusia

a. Telinga Manusia

Cabang dari Psikofisik, psikoakustik, mempelajari efek – efek pendengaran. Persepsi pendengaran dimulai dari telinga . Bunyi merambat di udara mencapai gendang telinga melalui 'Auditory tube' dan menggetarkannya . Getaran, kemudian ditransmisikan oleh *Ossicles* (*hammer, anvil, dan stirrup*) menuju ke membran dalam dari *Oval window*, dan setelah melaluinya akan mencapai telinga dalam , yaitu *cochlea*. Sebanyak 25.000 serabut saraf pendengaran terdapat pada *cochlea*, yang dapat menseleksi secara selektif berbagai frekuensi dan menggenerasikan simpul saraf yang akhirnya ditransmisikan ke otak, Szokolay (1980,183).



Gambar 12. Telinga dan Bagian – bagiannya
 Sumber : Environment Science Handbook, SV. Szokolay, 1980

Fungsi otak menanggapi impuls ini, namun tahap pertama seleksi bunyi adalah pada telinga bagian dalam . Dengan demikian telinga bukan hanya 'microphone' yang sangat efisien tetapi juga sebuah analis yang hebat.. Fungsi-fungsi persepsi bunyi terbaik meliputi pola pemahaman, penyaringan , dan interpretasi, berdasarkan memori, contoh adalah 'ingatan'. Contoh yang baik dari kasus ini adalah apa yang disebut "*Fenomena Pesta Cocktail*" : apabila ada sejumlah percakapan yang berturutan terdengar, pada intensitas yang sama , pengamat akan dapat mengatur perhatiannya pada satu diantara percakapan tersebut, apabila memungkinkan. Terdapat proses yang sederhana tapi penting pada Persepsi Pendengaran, yaitu :

- 1) Persepsi Langsung . pertolongan isyarat dalam penentuan Arah suara terdiri dari pendengaran ganda. Kiri dan kanan sangat berbeda, depan dan belakang juga berbeda. Apabila kepala dapat diatur ke depan sumber bunyi, , keakuratan arah bunyi dicapai pada derajat tertentu. Mekanismenya adalah sebagai berikut :
 - a) Apabila satu telinga lebih jauh dari sumber suara daripada yang lain, telinga ini akan menerima suara tersebut dengan 'fase penundaan yang menghilang ' (*slight phase delay*).
 - b) Apabila salah satu telinga pada bayangan akustik kepala, perubahan terjadi pada komposisi frekuensi . Pada frekuensi tinggi tidak akan mencapai telinga dalam bayangan suara, namun demikian pada frekuensi rendah difraksi terjadi dan efek bayangan akan menghilang .

- 2) Persepsi Jarak. Isyarat bersifat pendengaran tunggal.

- a) Penghilangan intensitas dari jarak, memberikan pemahaman akan arti penting dari Tingkat kekerasan suara.
- b) Molekul – molekul penyerap bunyi di udara melalui jarak dapat mengubah penerimaan spektrum bunyi dengan cara penyaringan komponen – komponen berfrekuensi tinggi.

b. Gangguan pada Manusia

Kebisingan yang mengganggu lingkungan habitat manusia, akan dapat memberikan dampak yang merugikan manusia itu sendiri, baik fisiologis maupun psikologis. Sasongko, DP, Agus H, (2000) mengemukakan bahwa Pengaruh Kebisingan terhadap manusia tergantung pada karakteristik fisis, waktu berlangsung, dan waktu kejadiannya. Kebisingan yang mengganggu pada fasilitas bangunan pendidikan , seperti dalam penelitian ini akan secara langsung mempengaruhi pemakai bangunan pendidikan tersebut. Pemakai bangunan pendidikan dalam penelitian ini adalah mahasiswa dengan usia rata – rata 18 – 23 tahun. Pengaruh tersebut berbentuk gangguan yang dapat menurunkan kesehatan, kenyamanan , prestasi belajar (Suryabrata, 1984) , motivasi belajar, dan minat belajar. Beberapa bentuk gangguan yang diakibatkan oleh kebisingan adalah sebagai berikut .

1) Gangguan pendengaran

Pendengaran manusia merupakan salah satu indera yang berhubungan dengan komunikasi audio/ suara. Alat pendengaran yang berbentuk telinga berfungsi sebagai

fonoreseptor yang mampu merespons suara pada kisaran antara 0-140 db tanpa menimbulkan rasa sakit. Frekuensi yang dapat direspons oleh telinga manusia antara 20 sampai 20000 Hz dan sangat sensitif pada frekuensi antara 1000 sampai 4000 Hz.

2) **Gangguan Percakapan**

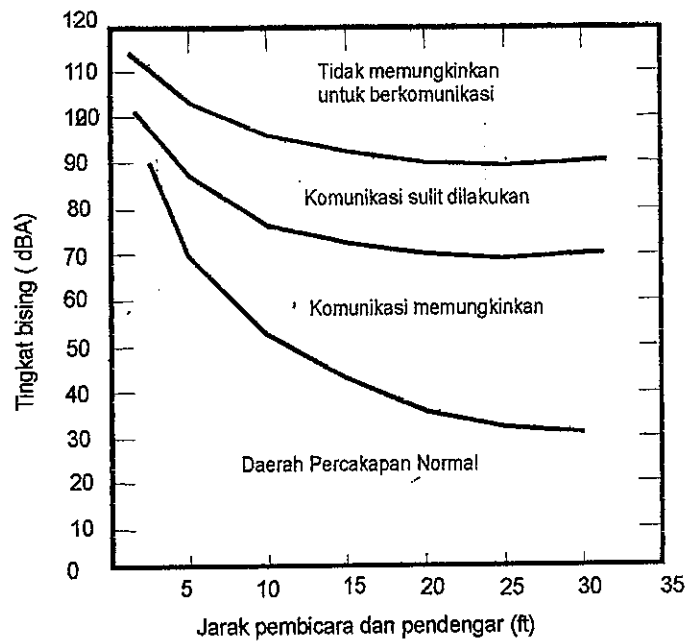
Kebisingan bisa mengganggu percakapan sehingga mempengaruhi komunikasi yang sedang berlangsung (tatap muka / via telepon). Tingkat kebisingan yang mengganggu percakapan serta penjelasan disajikan pada Gambar 1. Kriteria gangguan percakapan yang terjadi di dalam ruangan disajikan pada tabel .

Tabel 07. Kriteria Gangguan Percakapan di Dalam Ruangan

No	Jenis Ruangan untuk keperluan	Tingkat kebisingan (dBA)
1	Pertunjukan musik, opera	21-30
2	Auditorium Besar, pertunjukan drama , gereja (kondisi mendengar yang baik)	≤ 30
3	Studio rekaman , televisi, broadcast	≤ 34
4	Auditorium kecil, kapel, konferensi	≤ 42
5	Rumah sakit, kamar tidur, pemukiman, apartemen , hotel, motel	34-47
6	Kantor, rapat, kuliah , perpustakaan	38 – 47
7	Ruang tamu dan sejenisnya untuk percakapan atau mendengarkan televisi dan radio	38 – 47
8	Toko, kafetaria, restoran, kantor besar	42 – 52
9	Loby, laboratorium, ruang gambar teknik	47 – 56
10	Ruang reparasi, dapur, penatu	52 – 61
11	Bengkel, ruang kontrol pembangkit	56 – 66

Sumber : Sasongko, DP, Agus H, Kebisingan Lingkungan , 2000

Grafik 02. Tingkat kebisingan yang menyebabkan gangguan percakapan di Luar Ruangan
(Sumber : Sasongko, DP, Agus H, Kebisingan Lingkungan, 2000)



3) *Gangguan Psikologis*

Kebisingan bisa menimbulkan gangguan psikologis seperti kejengkelan , kecemasan, dan ketakutan. Gangguan psikologis akibat kebisingan tergantung pada intensitas , frekuensi, perioda, saat dan lama kejadian, kompleksitas spektrum/ kegaduhan dan ketidakteraturan kebisingan . Faktor-faktor tersebut digabungkan dalam suatu skala kebisingan yang disebut Perceived Noisiness Level (PNL) dan dinyatakan dalam satuan PNdB.

a) Penurunan Prestasi Belajar

Seperti dikemukakan di atas , bahwa pada bangunan pendidikan, kebisingan dapat menyebabkan turunnya prestasi belajar, motivasi dan minat belajar. Prestasi belajar adalah hasil yang dicapai secara maksimal dengan disertai perhitungan perbandingan antara tenaga, biaya, waktu (input) dengan hasil yang berupa output (Suryabrata, 1984). Prestasi belajar ini dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya adalah faktor eksternal dan faktor internal. Faktor internal , cenderung disebabkan oleh faktor individual yang berkaitan dengan kepribadian manusia , sedangkan faktor eksternal yang mempengaruhi hasil dan prestasi belajar terdiri dari faktor non sosial dan faktor sosial . Oleh Suryabrata diterangkan bahwa faktor non sosial diantaranya adalah : udara, suhu, cuaca, waktu, tempat, suara, sinar, peralatan belajar. Jadi ‘ suara’ disini akan mempengaruhi hasil dan prestasi belajar.

b) Penurunan Motivasi belajar

Motivasi adalah suatu usaha yang disadari untuk mempengaruhi tingkah laku seseorang untuk mencapai hasil tertentu (Purwanto, 1994) . Pengertian ini banyak mengacu dan menekankan pada perilaku (hasil) dan kognitif (kesadaran). Sedangkan pengertian motivasi yang lebih banyak menekankan kondisi internal di luar perilaku dan kesadaran adalah bawah sadar, yaitu motivasi belajar merupakan keseluruhan daya penggerak psikis di dalam diri seseorang yang akan menimbulkan kegiatan belajar untuk mencapai tujuan (Winkel , 1989). Dari

kedua pendapat tersebut dapat dikatakan bahwa motivasi sebagai sumber energi yang mampu menggerakkan individu dengan seluruh komponen kemampuannya untuk suatu tujuan tertentu.

c) Penurunan Kemampuan Membaca

Hasil penelitian Cohen, Glass, dan Singer (1973, dalam Bell dkk, 1978) terhadap asrama pelajar dengan gedung bertingkat , dimana pada lantai bawah terdapat kebisingan yang lebih tinggi dibandingkan dengan lantai di atasnya . Demikian juga dengan polusi udara, lantai bawah polusi udaranya lebih tinggi dibandingkan lantai atas. Dari hasil test kecepatan kemampuan membaca didapatkan bahwa pelajar yang berada di lantai bawah lebih rendah kemampuan membacanya daripada pelajar yang berada di lantai atas. Hasil penelitian Bronzaft dan Mc. Carthy (1975, dalam Bell, 1978) menyatakan bahwa ketrampilan membaca anak – anak SD pada sekolah yang lingkungannya tenang mempunyai kemampuan lebih tinggi daripada anak – anak SD pada lingkungan yang ramai.

d) Penurunan konsentrasi

Penelitian lain oleh Broadbent 1954 (dalam Bell, 1978) menyatakan bahwa suara kebisingan yang mendadak, tiba – tiba dan tak terprediksikanakan mempengaruhi individu sehingga sering membuat kesalahan dalam menjalankan tugasnya yang membutuhkan konsentrasi dan kesiapan mental. Suara tersebut antara lain : suara ledakan ban meletus, tembakan, bom, suara pesawat udara yang merupakan gelombang kejut. Menurut Woodhead , 1964 (dalam Bell, 1978) bahwa

gangguan suara yang berakibat pada perilaku individu sebagian tergantung pada kepribadian. Hasil penelitian Corcoran, 1962 (dalam Bell, 1978) juga mendukung pernyataan di atas, bahwa kebisingan suara dapat mengganggu perilaku tidur, sehingga menjadi sulit untuk tidur nyenyak. Tingkat adaptasi seseorang dalam hal : keahlian, pengalaman, dan tingkat kepekaan mempengaruhi variasi individu dalam menghadapi stimulasi dari luar.

4) *Gangguan Kesehatan*

Kebisingan berpotensi untuk mengganggu kesehatan manusia apabila manusia terpapar aras suara dalam suatu periode yang lama dan terus menerus. Aras suara 75 dB untuk 8 jam per hari jika hanya terpapar satu hari saja pengaruhnya tidak signifikan terhadap kesehatan, tetapi apabila berlangsung setiap hariterus menerus minggu demi minggu, bulan demi bulan, dan tahun demi tahun maka suatu saat akan melewati suatu batas dimana paparan kebisingan tersebut akan menyebabkan hilangnya pendengaran seseorang (tuli)

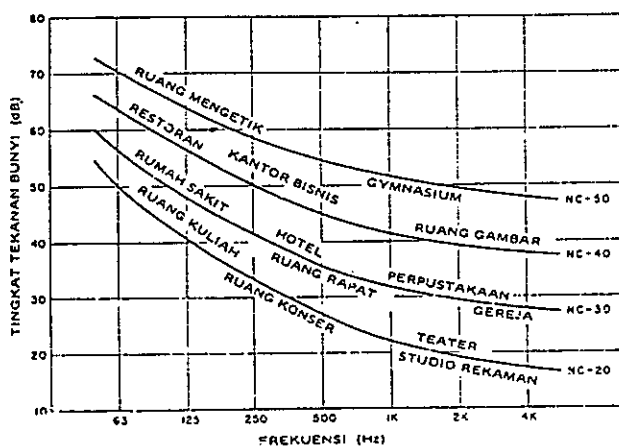
Untuk beberapa kasus paparan kebisingan , dampaknya terhadap kesehatan lebih banyak bersifat individual dan tidak bisa dipukul rata untuk sekelompok populasi manusia sehingga dalam hal ini diperlukan suatu fungsi pembobotan yang dipilih untuk menentukan risiko dampak kebisingan terhadap sekelompok populasi manusia. Fungsi ini disebut fungsi pembobotan proteksi pendengaran . Risiko dampak kebisingan terhadap ketulian bervariasi terhadap musim, iklim, kondisi lingkungan, dan usia anggota populasi.

Selain gangguan terhadap sistem pendengaran, kebisingan juga dapat menimbulkan gangguan terhadap mental emosional berupa terganggunya kenyamanan hidup, mudah marah dan menjadi lebih peka atau mudah tersinggung.

B. TINGKAT BISING LATAR BELAKANG MAKSIMUM

Leslie Doelle (1993,200) mengemukakan bahwa Tingkat Bising latar belakang maksimum yang dibolehkan yang direkomendasikan dalam berbagai peruntukan bangunan, dapat dinyatakan dalam Kurva *Noise Criterion* (NC). Kurva – kurva NC ini direkomendasikan untuk spesifikasi jumlah tingkat bising latar belakang yang diinginkan untuk berbagai peruntukan, dengan tiap sistem ventilasi atau pengkondisian udara beroperasi dan dengan kondisi lalu – lintas normal, tingkat – tingkat ini dapat dinyatakan dalam kurva NC(*Noise Criterion*)

Grafik 03. Kriteria Bising Latar Belakang Yang Direkomendasikan untuk Ruang – ruang tertentu. Sumber : Akustik Lingkungan, Leslie Doelle, 1994



C. PENGENDALIAN KEBISINGAN PADA MEDIA RAMBATAN

1. Outdoor Noise Control

Pengendalian kebisingan di luar sumber suara adalah mengusahakan menghambat rambatan suara di luar ruangan sedemikian rupa sehingga intensitas suaranya menjadi lemah, (Richard K.M, 1978).

a. Pengurangan oleh serapan udara

Suara yang merambat melalui udara, sebagian kecil energi suaranya akan diekstraksi oleh udara dan diubah menjadi panas. Banyaknya energi suara yang diserap tergantung pada frekuensi, suhu dan kelembaban udara, Cyril M.H (1979,3-10)

Pengurangan kebisingan karena serapan udara ini akan signifikan apabila jarak sumber dan penerima beberapa ribu meter dan terutama apabila frekuensinya tinggi. Karena kondisi atmosfer yang selalu berubah-ubah (suhu dan kelembaban) maka pengurangan ini tidak bisa dijadikan patokan dan penyerapan energi suara oleh atmosfer tidak efektif digunakan sebagai faktor mitigasi dampak kebisingan .

b. Pengurangan oleh hujan, salju dan kabut.

Adanya hujan, salju, kabut dan partikulat debu yang tersuspensi di atmosfer hanya sedikit mengurangi tingkat kebisingan dibandingkan dengan serapan atmosfer sehingga pengurangan kebisingannya bisa diabaikan (Richard K.M, 1978)

c. Pengurangan oleh vegetasi

Pengurangan kebisingan oleh adanya vegetasi bergantung pada kondisi tanah, jenis dan struktur vegetasi, tinggi sumber dan penerima kebisingan dari atas tanah.

Menurut Leslie Doelle (1993,162) bahwa semak-semak dan deretan pepohonan pada dasarnya tidak mengurangi bising pada frekuensi-frekuensi rendah sedangkan pada frekuensi-frekuensi tinggi hanya dapat mereduksi sekitar 1 sampai 2 dB.

d. Ketidakhomogenan atmosfer

Rambatan gelombang suara di atmosfer akan dibiaskan oleh angin dan adanya gradien suhu atmosfer. Pengaruh angin dan gradien suhu ini bisa mempengaruhi intensitas bunyi yang didengar.

Cyril M. Harris (1979,3-12) menyatakan bahwa : Kondisi atmosfer, terutama angin dan temperatur, biasanya menjadi faktor terpenting di dalam mempengaruhi propagasi suara, dekat pada permukaan, untuk jarak horisontal yang lebih besar dari 50 m. Efek utama yang disebabkan oleh temperatur dan angin ini disebut sebagai "*Refraction*" (Refraksi), yaitu perubahan arah gelombang bunyi/ suara.

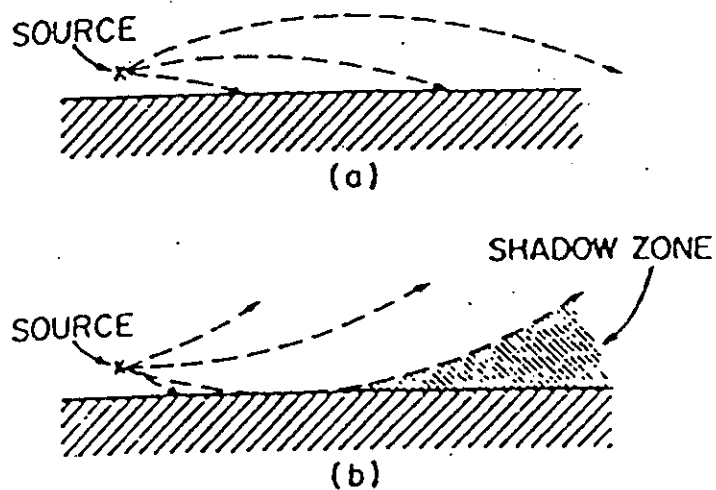
Pada waktu siang hari , semakin tinggi dari permukaan tanah , maka temperatur semakin kecil. Kondisi ini disebut '*temperatur lapse*'. Pada waktu malam hari, semakin rendah ketinggian, semakin turun temperatur, kondisi ini disebut '*temperatur inversion*' .Dua kondisi ini diperlihatkan pada ketinggian sekitar beberapa ratus 'feet '.

Suara membelok (berefraksi) ke bawah , pada saat propagasi angin turun 'downwind' atau selama ' temperatur inversion '.Kondisi ini menguntungkan untuk propagasi, karena : terjadi pengurangan tingkat intensitas bunyi.

Suara membelok (berefraksi) ke atas , pada saat propagasi angin naik 'upwind' atau selama 'temperatur lapse'. Kondisi ini menyebabkan terciptanya ruang bayangan (shadow - zone) dekat dengan permukaan tanah. Pengurangan ini secara tipikal dapat mencapai 20 dB.

Gambar 13 :

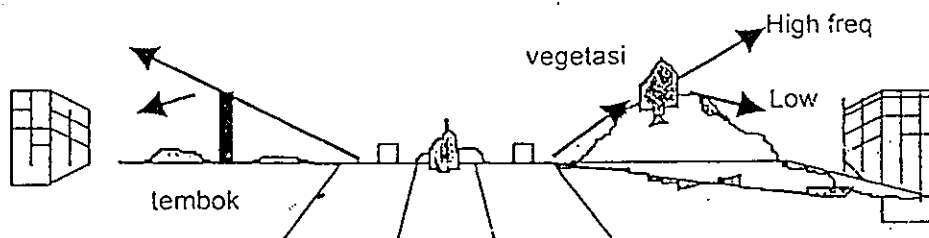
- (a). Pembelokan /refraksi gelombang bunyi saat '*temperatur inversion*'
 - (b) Pembelokan/refraksi gelombang bunyi saat '*temperatur Lapse*'
- (sumber : Handbook of Noise Control,Cyiril M Harris, 1979)



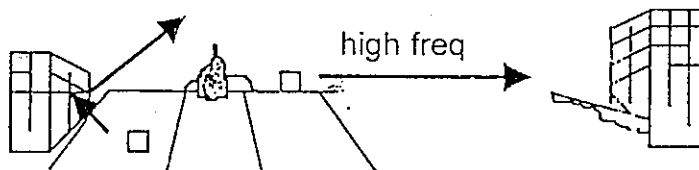
Pada perencanaan tata ruang dan tata guna lahan terutama di daerah permukiman, perlu mempertimbangkan aspek pengendalian kebisingan dari sumber kebisingan yang ada di lingkungan . Pada kebisingan yang diakibatkan oleh transportasi perlu direduksi dengan menggunakan penghalang , yaitu :

- 1) Bukit
- 2) Vegetasi
- 3) Tembok penghalang
- 4) Reflektor yang dapat memantulkan gelombang suara.

Pengaruh kebisingan transportasi dengan adanya penghalang dan dengan tidak adanya penghalang disajikan pada gambar-gambar berikut ;



Gambar 14. Pengaruh kebisingan dengan adanya penghalang suara
 Sumber : Kebisingan Lingkungan, Dwi.P. Sasongko, Agus H, 2000

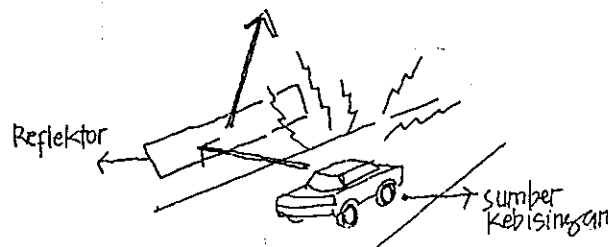


Gambar 15. Pengaruh kebisingan dengan tanpa adanya penghalang suara
 Sumber : Kebisingan Lingkungan, Dwi.P. Sasongko, Agus H, 2000

Selain itu sekarang ini juga dikembangkan adanya reflektor sebagai pemantul gelombang suara yang dipasang di pinggir jalan (biasanya pada jalan bebas hambatan

) dan pemantulannya diarahkan ke atas sehingga tidak kembali ke sumber atau mengganggu di lingkungan sekitarnya.

Gambar 16. Pengendalian Kebisingan Transportasi dengan Reflektor
Sumber : Kebisingan Lingkungan, Dwi.P. Sasongko, Agus H, 2000

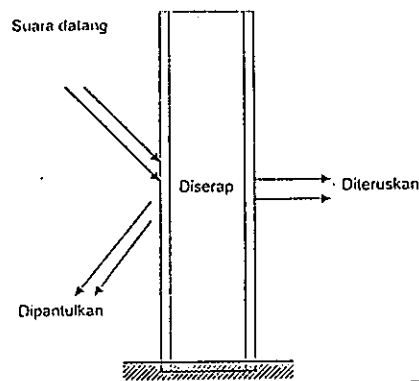


2. Indoor Noise Control

Pengendalian di dalam ruang sumber suara adalah usaha menghambat rambatan suara/kebisingan di dalam ruangan atau gedung sehingga intensitas suara menjadi lemah.

Cara seperti umumnya menggunakan bahan-bahan akustik (*acoustical treatment*)

Karena gelombang suara merambat ke segala arah maka apabila pada arah rambatan terdapat halangan, sebagian suara akan dipantulkan, sebagian lagi akan diserap dan sebagian lagi akan diteruskan sebagaimana terlihat pada gambar di bawah :



Gambar 17. Gelombang Suara yang Merambat pada Penghalang
Sumber : Environment Science Handbook, SV. Szokolay, 1989

Besarnya intensitas suara yang dipantulkan, diserap dan diteruskan tergantung pada sifat-sifat serapan bahan, ukuran bahan, dan panjang gelombang suara. Tebal bahan harus lebih besar dari panjang gelombang suara supaya aspek serapannya signifikan. Sebagai contoh suara dengan frekuensi 10 kHz dan panjang gelombang 3,4 cm lebih mudah diserap daripada suara dengan panjang gelombang yang sama tetapi frekuensinya hanya 100 Hz sehingga suara dengan frekuensi rendah lebih sulit untuk diisolasi.

Contoh ruang yang dikaitkan dengan serapan suara :

- a) *Anechoic chambers*, adalah suatu ruangan yang semua dinding, lantai dan atapnya ditutup dengan bahan akustik berdaya serap tinggi sehingga tidak ada suara yang dipantulkan.
- b) *Reverberation chambers*, adalah kebalikan dari anechoic chambers, yang semua permukaannya dibuat dari bahan keras bersifat memantulkan dan permukaannya tidak sejajar.

Structure borne noise terjadi apabila dinding, lantai dan komponen – komponen gedung lainnya ikut bergetar akibat hubungan langsung secara mekanis dengan sumber suara.

Nilai rerugi transmisi (*transmission loss*) suatu penghalang seperti dinding, atap, atau lantai didefinisikan sebagai perbandingan antara intensitas suara pada sisi sumber suara dengan sisi sebaliknya karena adanya dinding pembatas yang sangat besar. Rerugi transmisi ini dapat dinyatakan sebagai perbedaan aras tekanan suara (dalam dB) antara bagian depan dan bagian dinding pembatas.

Ruangan di belakang dinding pembatas pada umumnya dalam keadaan terbuka sehingga semakin besar rerugi transmisi maka semakin baik sifat insulasi suatu bahan. Nilai rerugi transmisi ini bervariasi dengan frekuensi. Perubahan sifat fisis bahan seperti kerapatan, ketebalan, berat dan kekasaran permukaan dapat menyebabkan perubahan nilai rerugi transmisi.

Reduksi kebisingan dapat terjadi pada dinding atau sekat dengan ukuran sangat besar atau tidak tak terbatas. Pada kenyataannya dinding / sekat mempunyai ukuran yang terbatas seperti ruangan yang sebagian atau seluruhnya tertutup sehingga intensitas suara yang dapat direduksi tidak hanya tergantung pada rerugi transmisi saja tetapi juga tergantung pada ukuran dan sifat-sifat akustik ruang. Apabila dinding bersifat memantulkan maka tingkat kebisingannya lebih tinggi daripada dinding yang bersifat menyerap.

Serapan total ruangan (a) adalah fungsi dari koefisien serapan rata-rata ($\bar{\alpha}$), menurut Vern O. Knudsen (1978, 133) persamaan yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai 'serapan total ruangan (a)' adalah sebagai berikut :

$$a = S[-2.3 \log(1 - \bar{\alpha})] \dots \dots \dots (6)$$

- a : Serapan total ruangan
- S : Luas total permukaan ruang (m^2)
- $\bar{\alpha}$: Koefisien serapan rata-rata

dengan $\bar{\alpha}$ (koefisien absorpsi/serapan rata-rata) didapat dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$\bar{\alpha} = \frac{S_1 \cdot \alpha_1 + S_2 \cdot \alpha_2 + \dots + S_n \cdot \alpha_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n} \quad (7)$$

dengan $\bar{\alpha}$: Koefisien absorpsi/serapan rata-rata
 S_1, S_2, S_n : Luas Permukaan masing-masing bahan (m²)
 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_n$: Koefisien absorpsi masing – masing bahan

Namun demikian benda-benda seperti : kursi, meja , manusia dan sebagainya, juga mempengaruhi bunyi di dalam ruang. Benda – benda tersebut dalam penghitungan di dalam rumus dinotasikan dengan $S \cdot \alpha_m$. Dengan adanya benda- benda tersebut, maka rumus koefisien absorpsi/serapan ruang rata- rata menjadi sebagai berikut :

$$\bar{\alpha} = \frac{S_1 \cdot \alpha_1 + S_2 \cdot \alpha_2 + \dots + S_n \cdot \alpha_n + (m \cdot S \cdot \alpha_m)}{S_1 + S_2 + \dots + S_n} \quad (8)$$

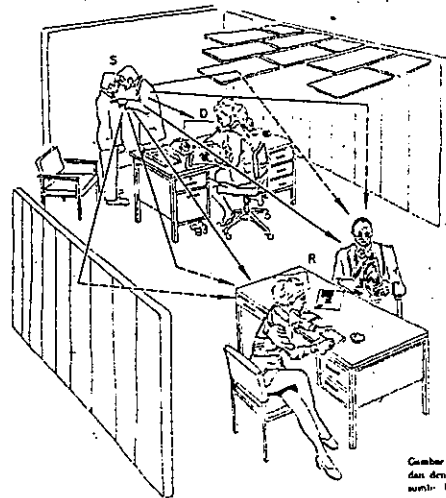
dengan m : jumlah benda
 α_m : koefisien absorpsi benda m

Koefisien serapan suara menyatakan besarnya serapan suatu bahan terhadap suara yang dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara besarnya energi suara yang tidak dipantulkan dengan besarnya energi suara mula-mula. Semua bahan bersifat menyerap energi. Bahan yang koefisien serapannya > 0,20 disebut sound absorbers sedangkan yang koefisien serapannya < 0,20 disebut sound reflektors.

Koefisien serapan suara ini pada umumnya tergantung pada frekuensi. Suara yang sampai ke telinga manusia adalah kombinasi dari suara-suara yang langsung datang dari sumber dan suara-suara yang dipantulkan oleh benda-benda di sekitarnya .Hal ini sesuai dengan teori dalam akustik Lingkungan (Leslie Doelle 1993, 153) yang

mengatakan bahwa suara / bunyi di dalam ruang sebenarnya terdiri dari : medan bunyi langsung (D), dan bunyi dengung (R) . Lihat gambar 17:

Gambar 18 : Bunyi di dalam ruang (keterangan (D) bunyi langsung ; (R) bunyi dengung ; (S) sumber suara) . sumber : Akustik Lingkungan , Leslie Doelle, 1993

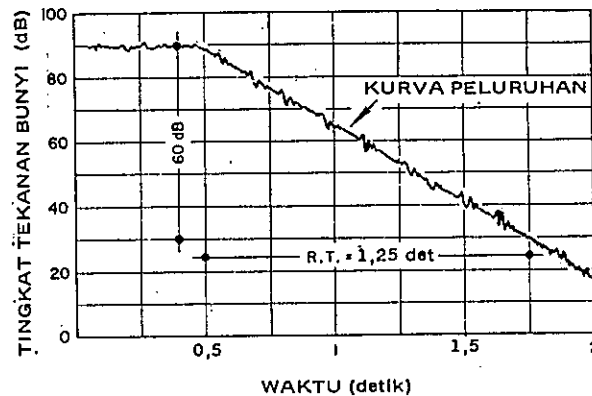


Gambar 13.3 Medan bunyi langsung (D) dan dengung (R) dalam satu ruang; S, sumber bunyi.

Dalam ruangan yang bersifat reflektif (permukaan sangat kuat memantulkan) suara tidak akan segera berhenti setelah sumber suara berhenti, akan tetapi akan masih terus terdengar untuk bebarap saat. Kondisi ini disebut reverberation atau gema. Untuk mengukur gema digunakan besaran waktu reverberasi (T) yang didefinisikan sebagai interval waktu antara berhentinya sumber suara dan waktu dimana sound pressure level berkurang 60 dB. Waktu dengung suatu ruang didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan suatu bunyi yang tiba – tiba dihentikan untuk berkurang dengan 60 dB (Leslie Doelle, 1993,29)

Grafik 04. Waktu Dengung

Sumber : Akustik Lingkungan, Leslie Doelle, 1993



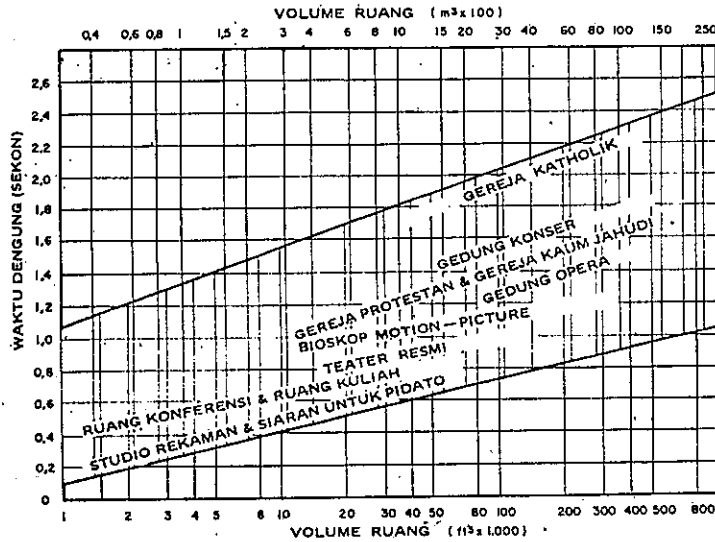
Waktu reverberasi ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$RT = 0,161(V/a) \dots\dots\dots (9)$$

- dengan T : waktu reverberasi (detik)
 V : volume ruangan (m³)
 a : serapan total (m²)

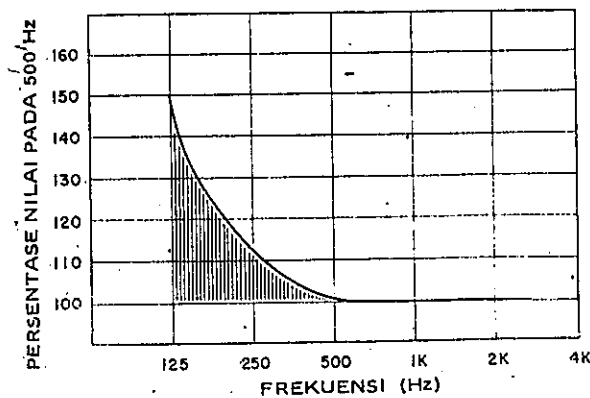
Rumus ini menunjukkan bahwa semakin besar volume ruang, makin panjang waktu dengungnya, dan makin banyak penyerapan dimasukkan ke dalam ruang , maka makin rendah waktu dengungnya. Berikut ini ditampilkan grafik yang menggambarkan hubungan antara volume ruang dan waktu dengung untuk berbagai macam fungsi ruang, pada frekuensi tengah (500 – 1000 Hz)

Grafik 05 : Jangkauan perkiraan Waktu Dengung ruang yang penuh, untuk bermacam – macam volume dan fungsi pada frekuensi tengah
 Sumber : Akustik Lingkungan, Leslie Doelle, 1993.

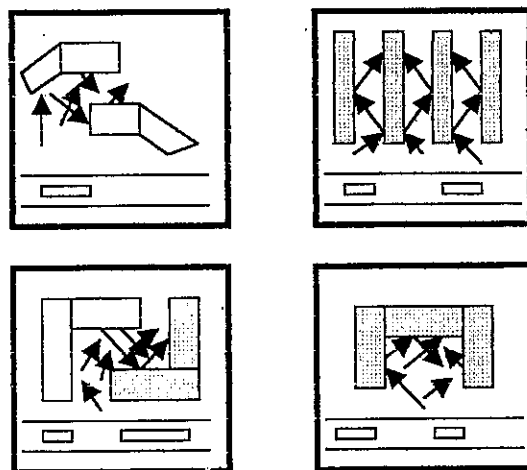


Grafik di atas dapat digunakan untuk frekuensi tengah 500 – 1000 Hz, sedangkan untuk frekuensi di bawah 500 Hz, perlu diadakan penyesuaian untuk waktu dengung ruangan. Dibawah ini ditampilkan tabel penyesuaian Waktu dengung untuk frekuensi di bawah 500 Hz.

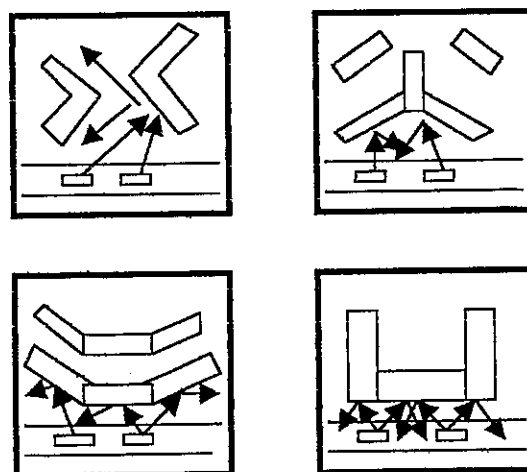
Grafik 06 : Waktu Dengung Penyesuaian untuk frekuensi di bawah 500 Hz.
 Sumber : Akustik Lingkungan, Leslie Doelle, 1993.



Beberapa posisi bangunan yang memperhatikan maupun yang tidak memperhatikan aspek kebisingan disajikan pada gambar berikut :



Gambar 19. Posisi bangunan yang kurang memperhatikan aspek kebisingan (sumber : Kebisingan Lingkungan, Dwi P Sasongko, Agus H, 2000)



Gambar 20. Posisi bangunan yang memperhatikan aspek kebisingan .(sumber : Kebisingan Lingkungan , Dwi P Sasongko, Agus H, 2000)

D. PENGENDALIAN KEBISINGAN PADA BANGUNAN PENDIDIKAN

Vern O Knudsen , Cyril M Harris (1978, 296) : Akustik Disain pada Bangunan Pendidikan mensyaratkan pertimbangan – pertimbangan sebagai berikut :

1. Seleksi Lokasi
2. Lokasi-lokasi pada site bangunan
3. Persyaratan Reduksi Bunyi pada Bangunan
4. Perencanaan Akustik di dalam ruang

Banyak bangunan pendidikan yang sangat terganggu oleh kebisingan traffic pada kawasan di tepi jalan raya. Kebisingan ini tidak hanya mengganggu efektifitas berpikir, namun juga mengganggu jalannya percakapan di dalam ruang yang mengakibatkan percakapan dan pendengaran pada proses belajar mengajar menjadi sulit.

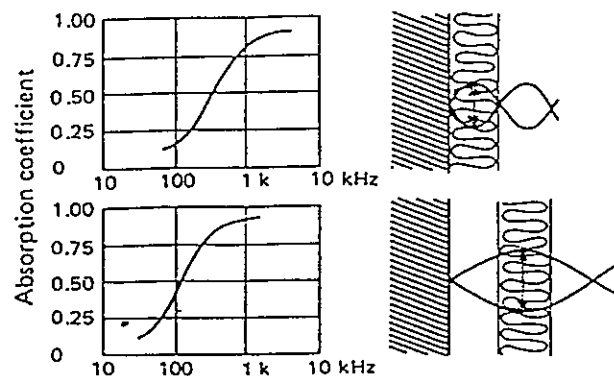
Apakah suatu bangunan pendidikan itu berlokasi pada daerah tenang atau ramai, survey tentang kebisingan harus dilakukan . Apabila bangunan pendidikan itu terletak pada lokasi yang mempunyai intensitas kebisingan yang tinggi, maka survey harus dilakukan untuk tujuan memberikan usulan tentang insulasi suara terhadap bangunan dalam tahap konstruksi bangunan itu nantinya. Insulasi bunyi dipersyaratkan sebesar 40 dB untuk ruang kelas dan ruang dosen, dan sekitar 40 – 45 dB untuk perpustakaan . untuk contohnya apabila survey menunjukkan bahwa kebisingan yang terjadi adalah sekitar 70 dB dengan deviasi 5 dB maka persyaratan Faktor Insulasi bunyi adalah tidak boleh kurang dari 40 dB untuk ruang kuliah. Harus ditambahkan pula batas keamanan sekitar 5 dB untuk mengatasi kemungkinan penambahan volume trafik.

E. PENGENDALIAN KEBISINGAN DENGAN BAHAN ABSORBER

Dalam absorpsi, yang merupakan suatu proses fisika, 3 mekanisme penyerapan yaitu refleksi, absorpsi, dan transmisi, memegang peranan yang penting (Szokolay, 1984, 24). Berdasarkan hal tersebut di atas, 3 jenis penyerap dapat dibedakan :

1. Penyerap berpori

Seperti mineral wool, fiberboard, busa plastik, mempunyai struktur pori terbuka. Konversi panas dihasilkan oleh friksi/ gesekan antara molekul udara yang bergetar dan dinding berpori. Hal ini efektif untuk terutama frekuensi tinggi, gelombang suara yang pendek. Bila ketebalan (b) $< \frac{1}{4}$ panjang gelombang , akan mempunyai efek yang tidak seberapa, akan tetapi bila material berpori diberi jarak tertentu terhadap dinding solid , maka hal ini akan berefek sama dengan material berpori yang tebalnya $>$ dari panjang gelombang bunyi.



Gambar 21. Penyerap Berpori

Sumber : Environment Science Handbook, SV Szokolay, 1984

Bahan berpori sebenarnya efisien untuk frekuensi tinggi, namun semakin membaik pada frekuensi rendah, dengan bertambah tebalnya lapisan. Jenis – jenis penyerap berpori ini diantaranya : karpet, styrofoam, goni., karet busa.

Pemberian karpet pada lantai menunjang penyerapan bunyi, sebagai berikut ;

- a. ' Cut piles' memberikan penyerapan yang lebih banyak daripada ' Loop piles'
- b. Semakin tebal, semakin menyerap
- c. Bantalan bulu, rami bulu dan karet busa menghasilkan penyerapan bunyi lebih tinggi.

Pemberian karpet pada lantai seperti di atas, menunjang reduksi bising benturan sebagai berikut ;

- a. Makin berat karpet , makin mencegah bising benturan
- b. Makin tebal karpet, dan lapisan bawahnya , makin tinggi insulasi bising benturan

Pemberian karpet pada dinding , menunjang penyerapan bunyi . Karpet dengan papan mineral , rockwool, styrofoam, atau tectumboard yang digunakan sebagai pengisi antar lapisan menghasilkan penyerapan lebih tinggi daripada tanpa pengisi.

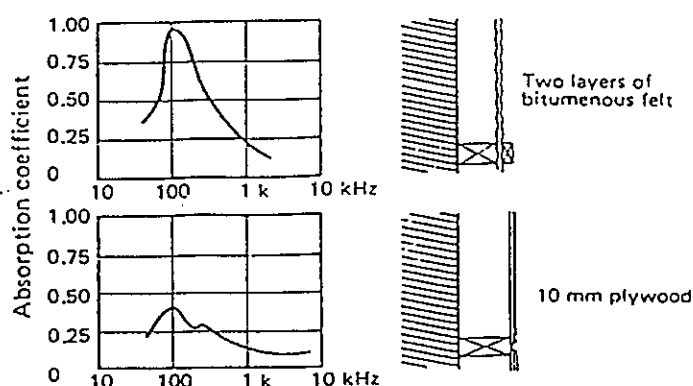
Disamping pengendalian pada cahaya, silau dan panas matahari, kain-kain fenestrasi (*fenestration fabrics*) dan bahan gorden juga menunjang penyerapan bunyi. Makin berat kainnya , makin banyak penyerapan bunyi. Makin lebar ruang udara antara gorden dengan dinding belakangnya penyerapan frekuensi rendah makin bertambah , dan hal ini sangat menguntungkan .

2. Penyerap berbentuk selaput/ selubung

Merupakan suatu lembaran yang dipasang dengan jarak tertentu terhadap dinding solid di belakangnya. Konversi panas akan terjadi melalui resistensi dari selaput untuk membengkok secara rapi untuk resistensi pada rongga udara untuk berkompresi. Hal ini akan menjadi sangat efektif apabila terjadi pada frekuensi resonansi (SV. Szokolay, 1980). Getaran lentur (flexural) dari panel akan menyerap sejumlah energi bunyi datang dengan mengubahnya menjadi energi panas (Leslie Doelle, 1993, 39).

Panel merupakan penyerap frekuensi rendah yang efisien. Penyerap panel yang berperan dalam penyerapan frekuensi rendah seperti ; panel kayu dan hardboard, gypsum board, langit-langit plesteran yang digantung, plesteran berbulu, plastic board, jendela, kaca, pintu, lantai kayu dan panggung, pelat – pelat logam.

Bahan berpori yang diberi jarak dari lapisan penunjangnya yang padat juga berfungsi sebagai “ penyerap panel yang bergetar” dan dapat mendukung penyerapan pada frekuensi rendah.

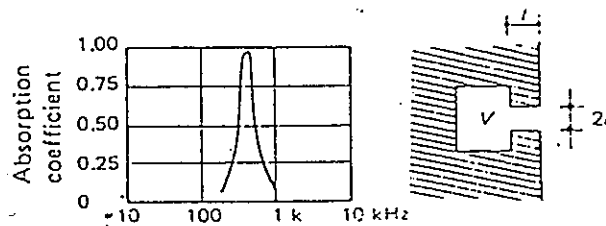


Gambar 22. Penyerap Berbentuk Selaput/ Selubung
 Sumber : Environment Science handbook, SV., Szokolay, 1984

3. Penyerap Resonator

Resonator berongga – mengandung udara pada leher yang sempit. Udara pada rongga mempunyai efek lompatan pada tiap frekuensi resonansi dari volume udara penutup.

Penyerap seperti ini memberikan koefisien serapan yang tinggi, pada frekuensi yang sempit. Dan hal ini dapat lebih diperbesar apabila kita menempatkan material berpori di dalam rongga.



Gambar 23. Penyerap Resonator

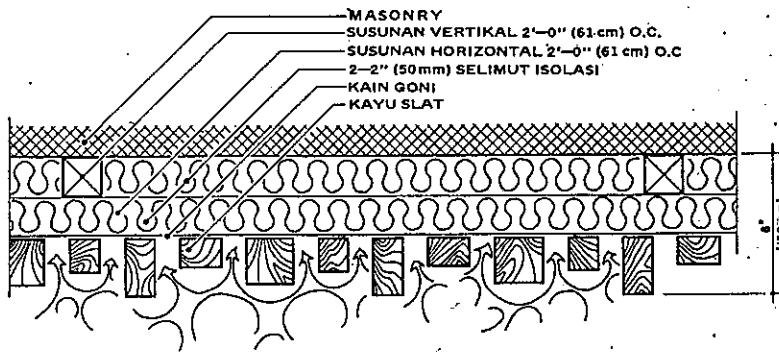
Sumber : Environment science Handbook, SV. Szokolay, 1984

Keuntungan resonator rongga diantaranya adalah :

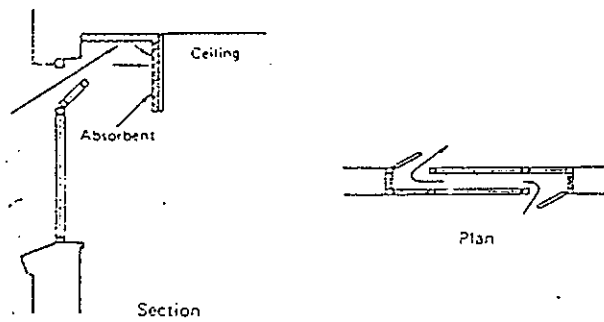
- a. Daya tahannya tinggi
- b. Memungkinkan digunakan untuk ruang – ruang olah-raga, atau ruang – ruang bersifat basah lainnya .
- c. Dapat digunakan untuk ruang-ruang Mekanikal electrical
- d. Dapat diaplikasikan pada jalan raya yang padat.

Beberapa penyerap resonator celah siap pakai yang ada di pasaran seperti : dampa,

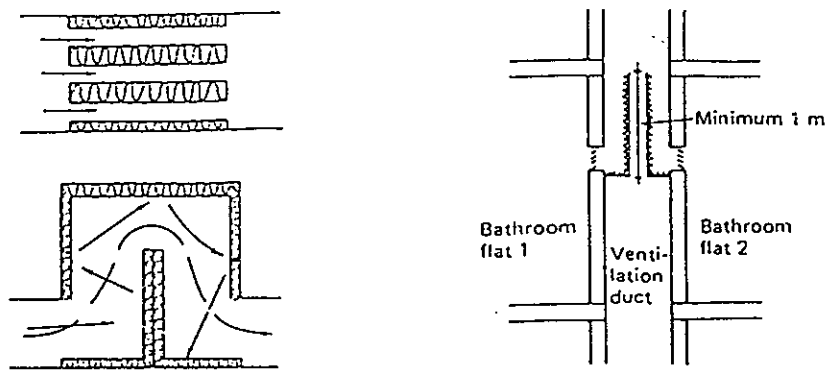
Luxalon dan Linear – plan.



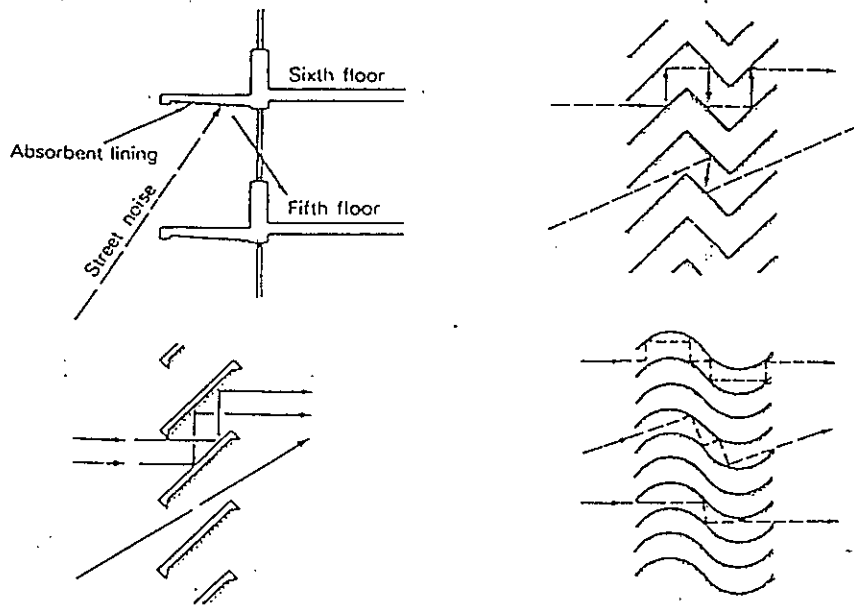
Gambar 24 : Kain goni dalam suatu disain akustik resonator Celah
 Sumber : akustik Lingkungan, Leslie Doelle, 1993.



Gambar 25. Ventilasi jendela dengan bahan absorber
 Sumber : Environment Science Handbook, SV. Szokolay, 1984



Gambar 26. Penyerap pada pemipaan bangunan
 Sumber : Environment Science Handbook, SV. Szokolay, 1984



Gambar 27. Pelapis penyerap bunyi pada Kanopi bangunan atau pada Louver (kisi-kisi). Sumber : Environment Science Handbook, SV. Szokolay, 1984

Pada daerah beriklim panas, dimana jendela hampir selalu terbuka, pelapis penyerap yang ditempatkan pada titik kritis perefleksi bunyi, akan secara tepat mengurangi bunyi yang masuk ke dalam ruang.

F. DESKRIPSI KEBISINGAN JALAN RAYA (TRAFIK)

Tingkat Intensitas kebisingan suatu jalan atau trafik merupakan tingkat intensitas kebisingan yang berubah-ubah dari waktu ke waktu, maka umumnya penggunaannya

terbatas untuk membentuk tingkat kebisingan rata-rata dengan mengambil pembacaan tingkat intensitas kebisingan untuk beberapa menit dengan alat Sound Level Meter (Leslie Doelle, 1993, 162).

Model Kebisingan Jalan Raya merupakan model prediksi dari sumber kebisingan garis. Pengukuran kebisingan jalan raya dapat dilakukan secara langsung dengan mempergunakan Sound Level Meter pada periode tertentu. Data Pengukuran kemudian diolah secara statistik dan ditransformasikan ke dalam skala kebisingan .

Perhitungan Kebisingan secara tidak langsung dikembangkan oleh Federal High Way Administration (FHWA) dengan menghitung frekuensi kendaraan yang lewat, kemudian ditransformasikan ke tingkat kebisingan ekivalen. Jalan Raya terdiri dari banyak macam kendaraan dengan tipe yang bermacam – macam pula. Jenis kendaraan yang ada di jalan raya adalah : Heavy Truck, Medium Truck, Automobil, dan Motor Vehicles (Cyril M. Haris , 1979, 32-5).

1. Metode Prediksi Kebisingan Jalan Raya

Metode prediksi untuk kalkulasi tingkat kebisingan sepanjang jalan raya bervariasi dari prosedur yang sederhana sampai dengan prosedur yang paling kompleks dengan menggunakan komputer. Prosedur secara langsung dapat diaplikasikan terhadap elemen jalan lurus. Jalan melengkung dapat dipertimbangkan sebagai jalan lurus apabila penyimpangan dari garis lurus tidak lebih dari 10 %, dari jarak pengamat (d) untuk jarak $5d$. (Cyril , M. Haris , 1979, 32-8)

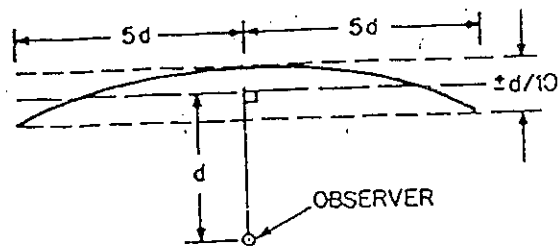


Fig. 32.6 Permissible curvature for approximately straight roads.

Gambar 28 : Model Kebisingan Jalan Raya, Kelengkungan yang boleh dianggap sebagai Jalan Lurus

Sumber : Handbook of Noise Control, Cyril M Haris, 1979

2. Jenis Kendaraan di Jalan Raya

Kendaraan yang berada di jalan raya adalah : truk berat, truk sedang, dan otomobil, serta sepeda motor. Untuk mendapatkan tingkat kebisingan total, maka masing – masing tingkat kebisingan ekuivalen untuk masing – masing kendaraan dijumlahkan dengan skala logaritmis.

Kebisingan yang dipancarkan oleh sepeda motor di jalan raya tidak memberikan kontribusi yang signifikan terhadap tingkat kebisingan ekuivalen Jalan Raya, bukan karena tingkat kebisingannya yang lebih rendah daripada kendaraan bermotor lain, namun karena di jalan bebas hambatan mereka tidak terdapat sama sekali. Untuk jalan umum , sama sekali lain, mereka menempati prosentase terbesar dari semua kendaraan yang lewat, bahkan di jalan lingkungan kampus, mereka menempati ranking teratas dari segi kuantitas.

Sumber kebisingan utama dari sepeda motor adalah : exhaust, intake, dan mesin. Tingkat kebisingan yang diproduksi oleh sepeda motor lebih tergantung pada jalan yang digunakan daripada jenis kendaraan jalan raya lain. Tingkat kebisingan maksimum dihasilkan selama akselerasi kecepatan rendah. Pada kondisi seperti ini, rata-rata tingkat kebisingan untuk contoh sepeda motor di jalan tahun 1976 adalah 87,5 dBA, diukur pada jarak 15 meter dengan mikrofon 1.2 m di atas tanah.

3. Tingkat Kebisingan Siang Malam

Metode Pengukuran tingkat kebisingan Sinambung Setara yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan ' cara sederhana ' (Kep. Men. LH/ KEP-48/MENLH/11/1996). Cara sederhana dilakukan dengan sebuah Sound Level Meter biasa diukur dengan tingkat tekanan bunyi dBA selama 10 (sepuluh) menit untuk tiap pengukuran. Pembacaan dilakukan setiap 5 (lima) detik.

Pada penelitian ini akan diteliti bangunan pendidikan ,dengan aktivitas sampai dengan sore hari, untuk itu perhitungan Tingkat Intensitas Kebisingan Siang – Malam ini akan dibahas dan dibatasi hanya untuk tingkat Intensitas Kebisingan Siang (Ls) saja.

Menurut Kep. Men.LH/KEP-48/MENLH/11/1996, setiap pengukuran harus dapat mewakili selang waktu tertentu dengan menetapkan paling sedikit 4 waktu pengukuran pada siang hari .

L1 diambil jam 07.00 , mewakili jam 06.00 – 09.00

L2 diambil jam 10.00 . mewakili jam 09.00 – 11.00

L3 diambil jam 15.00 . mewakili jam 14.00 – 17.00

L4 diambil jam 20.00 , mewakili jam 17.00 – 22.00

Rumus penghitungan adalah sebagai berikut :

L_s dihitung sebagai berikut :

$$L_s = 10 \log 1/16 \{ T1 \cdot 10^{0,1L1} + \dots + T4 \cdot 10^{0,1L4} \} \quad (\text{dBA}) \dots \dots \dots (10)$$

L1-L4 : Tingkat Intensitas Kebisingan untuk jam-jam tertentu
T1-T4 : Waktu pengukuran kebisingan

G. PENGENDALIAN KEBISINGAN TRAFIK

Menurut Szokolay (1980, 208) traffic di jalan raya yang padat adalah sumber kebisingan terbesar pada kawasan kota. Pada umumnya digunakan tingkat kebisingan L_{10} (18 jam) untuk mengukur kebisingan traffic.

Dalam mengukur nilai kebisingan trafik dapat diestimasi dengan dasar kepadatan trafik. Sedangkan tingkat kebisingan dasar diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$L_{10}(18 \text{ jam}) = 28,1 + 10 \log N \dots \dots \dots (11)$$

N : jumlah kendaraan per 18 jam sehari (jika $N > 1000$)

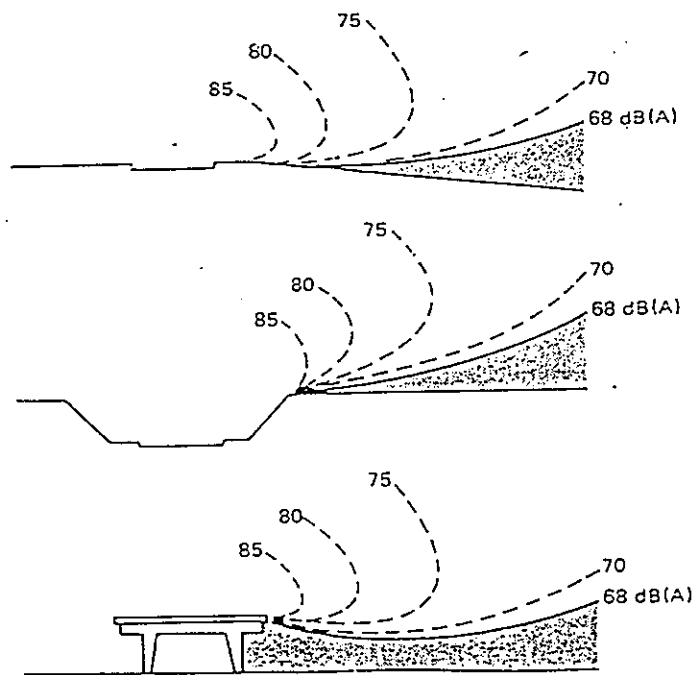
Hal ini valid apabila rata – rata kecepatan kendaraan adalah 75 km/jam dan tidak ada kendaraan berat. Koreksi dari kendaraan berat dan kecepatan yang lain adalah :

$$C = 33 \log \left(v + 40 + \frac{500}{v} \right) + 10 \log \left(1 + \frac{5p}{v} \right) - 68,8 (\text{dalam } \pm \text{ db}(A)) \dots \dots \dots (12)$$

p : $100(n/N)$
 n : jumlah kendaraan berat dari total N

Permasalahan yang dihadapi oleh perencana adalah :

- Efek dari konstruksi jalan pada keadaan asli disekitar daerah sensitif kebisingan atau bangunan
- Desain dan konstruksi bangunan di sekitar jalan yang sangat padat lalu lintasnya.



Gambar 29. Kontur Kebisingan Trafik

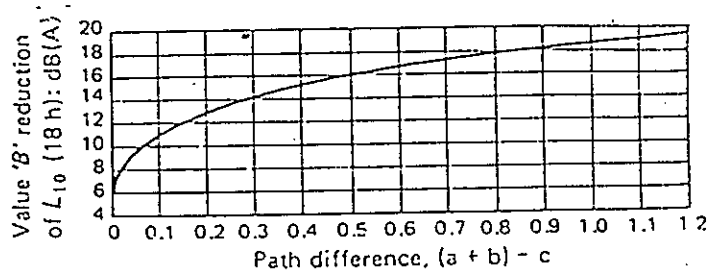
Sumber : Environment Science handbook, SV. Szokolay, 1980

Getaran kebisingan trafik dapat dikurangi dengan merendahkan atau meninggikan permukaan jalan dari daerah di sekitarnya. Hal ini merupakan bagian dari pertimbangan desain. Pada eksisting jalan harus digambarkan potongan kontur kebisingan seperti ini.

Penggunaan barrier dapat membuat area di sekitar jalan layak untuk dibangun; barrier dapat juga digunakan untuk konstruksi jalan perencanaan yang baru untuk mereduksi getaran.

Grafik 07. Reduksi Kebisingan Trafik oleh Barrier

Sumber : Environment Science Handbook, SV. Szokolay, 1980



H. PROSEDUR RATING

Hans O.Finke (1990, 65) mengatakan bahwa Variasi yang luas dari efek kebisingan pada manusia menimbulkan sangat banyak sekali penghitungan untuk menggambarkan pengertian fisik kebisingan . Penghitungan ini pada umumnya berdasar pada level bunyi. Namun demikian pada banyak kasus kebisingan

dipengaruhi oleh waktu . Artinya tingkat bunyi sesaat tidaklah cukup untuk mendiskripsikan besarnya kebisingan itu sendiri. Untuk itu kita harus membuat rata – rata berdasarkan waktu tertentu. Tingkat kebisingan waktu tunggal (pesawat terbang atau mobil lewat) harus dirata – rata secara matematis untuk mendapatkan level kebisingan yang sebenarnya :

$$L_{AV} = \frac{1}{N} \sum L_i dB \dots\dots\dots (13)$$

N : Jumlah kejadian tingkat kebisingan

Pada prakteknya kita harus membuat rata – rata dari energi suara atau rata-rata energi suara yang berlangsung selama kurun waktu tertentu (time varying noise), sehingga akhirnya kita akan mendapatkan level dari rata – rata energi kebisingan . Rumus berikut ini merupakan rata-rata matematis antilog dari level kebisingan. Level kebisingan ini disebut sebagai ' *Level Kebisingan Konstan Ekuivalen* ' (*Equivalent Constant Sound Level – L_{eq}*):

$$L_{eq} = 10 \log_{10} \frac{1}{N} \sum n_i 10^{0,1L_i} \quad (dB) \dots\dots\dots (14)$$

$$L_{eq} = 10 \log_{10} \frac{1}{T} \sum t_i 10^{0,1L_i} \quad (dB) \dots\dots\dots (15)$$

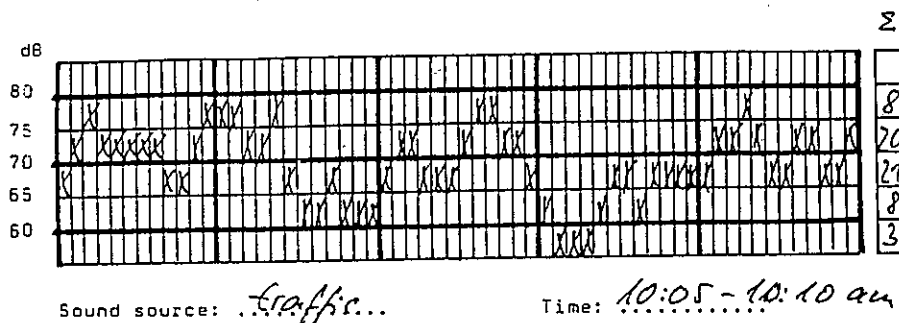
- ni : jumlah kejadian dengan level Li
- N : total jumlah kejadian
- Ti : durasi waktu level Li
- T : total rentang waktu

Leq adalah energi yang mengandung maksud level kebisingan rata-rata dari sejumlah pengukuran atau sejumlah kejadian atau dari pengukuran suatu rentang waktu. Dapat dipertimbangkan sebagai level kebisingan berkelanjutan yang bersifat tetap. Level kebisingan ini mempunyai total energi sama dengan relatif kebisingan nyata yang diukur pada rentang waktu yang sama.

Dikatakan lebih lanjut :Konsep energi menyatakan bahwa : untuk rentang waktu yang sama, suara dengan rentang waktu $\frac{1}{2}$ ti akan mempunyai Leq 3dB lebih rendah , dan suara dengan rentang waktu 2 x ti akan mempunyai Leq 3 dB lebih tinggi.

Gambar 30 : Contoh Hasil Prosedur rating

Sumber : Measurement and Rating of environment Noise, Hans o. Finke, 1990



Calculation of L_{eq} with formula 6-2:

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{N} \sum_i n_i 10^{L_i/10} \text{ dB}$$

I. INTENSITAS KEBISINGAN BERDASARKAN JARAK

Sumber kebisingan dibedakan menjadi dua yaitu sumber titik dan sumber garis.

Kebisingan Trafik adalah sumber garis. Sumber garis adalah sumber bergerak dan

penyebaran kebisingannya dalam bentuk silinder – silinder konsentris dengan sumber kebisingan sebagai sumbunya dan menyebar di udara dengan kecepatan sekitar 360 m/detik. Sumber kebisingan ini umumnya berasal dari kegiatan transportasi.

Seringkali Sound Power Level dari sumber kebisingan tidak diketahui tetapi tingkat kebisingan pada suatu jarak tertentu dari sumber kebisingan diketahui. Model matematis yang dipergunakan untuk memprediksi sumber kebisingan garis disajikan dalam persamaan :

$$L_2 = L_1 - 10 \log \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^2 \dots\dots\dots (16)$$

dengan L_2 : tingkat kebisingan pada jarak r_2 dari sumber (dBA)
 L_1 : tingkat kebisingan pada jarak r_1 dari sumber (dBA)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. PENYUSUNAN DAFTAR POPULASI CUPLIKAN

Daftar Populasi ini merupakan susunan dari daftar yang mencakup seluruh anggota populasi, sebagai sumber dari anggota populasi yang akan dicuplik. Populasi sasaran penelitian, paralel dengan variabel terpengaruh dari penelitian ini, adalah Populasi Ruang Bangunan.

Populasi ruang sangat ditentukan oleh bentuk dan tampilan bangunan yang dipilih sebagai Studi Kasus dalam penelitian ini. Bangunan Yustinus Unika Soegijapranata merupakan bangunan yang didisain dengan menerapkan konsep arsitektur ' *Post Modern*'. Sedangkan massa bangunan menerapkan ' Konsep Mall', sehingga terbentuk hall yang merupakan penghubung antara massa bangunan di sisi Timur Laut dan massa bangunan di sisi Barat daya.

Dalam penelitian ini ditemukan populasi ruang bangunan yang muncul karena keberagaman sifat ruang bangunan, sebagai akibat dari bentuk massa bangunan. Ruang – ruang bangunan pada lantai dasar misalnya, perlakuan gelombang yang terjadi akan sangat berbeda dengan ruang – ruang pada lantai di atasnya. Hal ini disebabkan karena terjadi perbedaan tingkat reduksi kebisingan yang disebabkan oleh karena perbedaan sudut propagasi suara, dan perbedaan kontur tanah asli dimana bangunan yang bersangkutan berdiri (Szokolay, 1980, 208). Tentu saja pengaruh ' *Structure Borne Noise*' pada elemen-elemen bangunan, akan

sangat signifikan dalam mempengaruhi tingkat intensitas kebisingan yang diterima pada ruang – ruang bangunan, terutama pada ruang – ruang kuliah.

Berdasarkan pertimbangan di atas, maka dapat diasumsikan bahwa populasi ruang bangunan, adalah semua ruang pada bangunan Yustinus, dari lantai 1 sampai dengan 5, dengan total jumlah ruang adalah 72 buah ruang, yang terdiri dari :

- a. Kelompok massa bangunan sisi Timur Laut : 29 ruang
- b. Kelompok ruang antara (hall) : 17 ruang
- c. Kelompok massa bangunan sisi Barat Daya : 25 ruang

Dari populasi Cuplikan ruang bangunan tersebut, diparalelkan dengan tujuan penelitian , yaitu untuk menguji Hipotesa Penelitian, maka disusun Kerangka cuplikan untuk Hipotesa 1 , kerangka cuplikan untuk Hipotesa 2 dan Kerangka Cuplikan untuk analisa Kualitatif.

A. Penyusunan Kerangka Cuplikan Uji Hipotesa Satu

Berdasarkan pertimbangan bentuk massa bangunan yang pada dasarnya terbagi menjadi 2 (dua) massa bangunan utama, yaitu kelompok ruang massa bangunan sisi Timur Laut dan kelompok massa bangunan sisi Barat Daya, yang terdiri dari 5 (lima) lantai , yaitu lantai 1 sampai dengan lantai 5, maka dapatlah diambil cuplikan ruang bangunan sebanyak 10 buah ruang, yang terdiri dari :

- 1) Kelompok ruang massa bangunan sisi Timur Laut, dari lantai 1 sampai dengan lantai 5 , sebanyak 5 (lima) ruang.
- 2) Kelompok ruang massa bangunan sisi Barat Daya, dari lantai 1 sampai dengan lantai 5, sebanyak 5 (lima) ruang.

Semua cuplikan ruang bangunan merupakan ruang – ruang kuliah, terkecuali untuk cuplikan ruang bangunan pada lantai dua. Hal ini disebabkan karena pada lantai 2 tidak terdapat satupun ruang kuliah. Namun untuk menguji tingkat intensitas kebisingan, disertakan ruang administrasi dan ruang dosen pada lantai 2 (dua) ini, hanya untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kebisingan trafik terhadap tingkat intensitas kebisingan ruang bangunan. Berikut ini adalah hasil observasi dan perhitungan peneliti, Cuplikan Ruang Bangunan yang dipergunakan untuk menguji Hipotesa satu.

Tabel 08 : Kerangka Cuplikan Ruang Bangunan – Uji Hipotesa Satu

Lantai	Kelompok sisi timur Laut	Kelompok sisi Barat daya	Jumlah
1	1	1	2
2	1	1	2
3	1	1	2
4	1	1	2
5	1	1	2
Jumlah	5	5	10

B. Penyusunan Kerangka Cuplikan Uji Hipotesa Dua

Dalam menentukan jumlah anggota cuplikan, perlu diketahui terlebih dahulu variabel-variabel indikator yang mempengaruhi besarnya tingkat intensitas kebisingan yang diterima oleh ruang – ruang bangunan.

Berdasarkan studi kepustakaan, diketahui variabel – variabel pengaruh yang menentukan tingkat intensitas kebisingan yang diterima dalam ruang bangunan adalah : volume ruang, material pelapis/ penutup, luasan bidang pembatas ruang (lantai, dinding, langit – langit), jarak dari sumber suara, sudut propagasi dan waktu dengung.

Dengan mengetahui variabel – variabel pengaruh tersebut di atas, maka dapatlah dipilih dan ditentukan cuplikan yang tepat untuk menguji Hipotesa kedua, dengan eksperimen penelitian berupa pemasangan bahan penyerap suara (absorber).

Langkah pertama, akan dipilih dua ruang identik sama yang berdampingan pada masing – masing lantai , pada masing – masing sisi bangunan baik sisi Timur Laut yang berhadapan dengan Jalan Tol, maupun sisi Barat Daya , yang berhadapan dengan Jalan Pawiyatan Luhur. Dua ruang yang berdampingan ini harus mempunyai variabel – variabel pengaruh yang sama, atau relatif mendekati sama. Apabila ada satu ataupun lebih variabel pengaruh yang berbeda, maka dengan mempertimbangkan keterbatasan waktu dan biaya penelitian, kedua ruang identik sama tersebut dapat dikondisikan mendekati sama untuk setiap variabel pengaruh yang telah disebutkan di atas. Pada kasus Gedung Yustinus, lantai satu tidak memiliki ruang kuliah yang cukup untuk diperbandingkan, mengingat sebagian besar luasan ruang pada lantai satu difungsikan untuk ruang – ruang administrasi dan ‘Pusat Lembaga Penelitian – Unika Soegijapranata ‘. Lantai dua, tidak memiliki ruang kuliah satupun . Lantai dua inipun juga sebagian besar difungsikan untuk ruang administrasi dan Dekanat Fakultas Ekonomi (lihat denah gambar kerja). Sedangkan permasalahan di lantai teratas, lantai lima hampir sama , yaitu tidak mempunyai dua ruang identik sama atau mendekati sama , untuk masing – masing sisi bangunan, baik yang berada di sisi Timur Laut maupun Barat Daya.

Dengan demikian, untuk dapat menguji hipotesa kedua mengenai besar pengaruh penambahan bahan penyerap, maka dapatlah disusun berdasarkan perhitungan dan

observasi peneliti , 'Kerangka Cuplikan Ruang Bangunan' yang terdapat pada lantai tiga dan empat, sebagai berikut :

Tabel 09 Kerangka Cuplikan Ruang Bangunan – Uji Hipotesa Dua

Lantai	Kelompok Sisi Timur Laut		Kelompok Sisi Barat Daya		Jumlah
3	5.3.4	5.3.5	5.3.2	5.3.3	4
4	5.4.1	5.4.2	5.4.3	5.4.4	4
Jumlah	2	2	2	2	8

Kedelapan ruang tersebut terpilih , sebagai cuplikan dengan pertimbangan – pertimbangan bahwa ruang – ruang tersebut memiliki variabel – variabel yang mempengaruhi tingkat intensitas bunyi di dalam ruang yang sama atau mendekati sama terhadap permasalahan pemantulan kebisingan lingkungan ke dalam ruang bangunan. Bunyi di dalam ruang , terdiri dari bunyi langsung, dan bunyi pantul atau bunyi dengung (Leslie Doelle, 1984). Untuk itu pada pembahasan mengenai Data Lapangan, Bab IV, akan disajikan perhitungan Waktu Dengung Ruangan, berturut – turut : 5.3.2 , 5.3.3 , 5.3.4 , 5.3.5 , 5.4.1 , 5.4.2 , 5.4.3 , 5.4.4 , dilengkapi dengan upaya mempersamakan Waktu dengung Ruangan yang berdampingan .

C. Penyusunan Kerangka Cuplikan Untuk Analisa Kualitatif

Tidak jauh berbeda dengan analisa kuantitatif, uji hipotesa satu dan dua, maka berdasarkan tujuan dari teknik analisa kualitatif, yaitu untuk mengevaluasi dampak kebisingan lingkungan terhadap pemakai bangunan, maka teknik pemilihan cuplikan akan dilakukan dengan metode pemilihan cuplikan : ' Purposive Sampling ' berdasarkan lama studi, yaitu sebagian sifat populasi diwakili oleh cuplikan , adapun

yang menjadi cuplikan adalah mahasiswa fakultas Ekonomi UNIKA , yang bersedia menjadi subyek penelitian , dengan diusahakan semua lapisan populasi mahasiswa berdasarkan perbedaan lama studi terwakilkan oleh sejumlah cuplikan . Hal ini paralel dengan variabel pengaruh lama telinga manusia terekspos terhadap kebisingan (Cyril M Haris ,1979,15-6).Berikut adalah kerangka cuplikan berdasarkan observasi lapangan oleh peneliti :

Tabel 10 : Kerangka Cuplikan – Analisa Kualitatif

Lama Studi	Jumlah Cuplikan
1	18
2	10
3	8
4	6
Jumlah	42

3.2. ALAT PENELITIAN

A. Daftar Pertanyaan

Pada penelitian, penggunaan daftar pertanyaan merupakan hal yang penting dalam pengumpulan data. Survei yang menggunakan daftar pertanyaan tersebut menghasilkan data yang terjelma dalam bentuk angka – angka dan label, kemudian diolah menjadi tabel – tabel , analisa statistik, uraian serta kesimpulan hasil penelitian.

Daftar Pertanyaan dalam Penelitian digunakan sebagai alat dalam mendukung Analisa Kualitatif. Analisa Kualitatif ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh kebisingan lingkungan , yang diakibatkan oleh trafik kendaraan terhadap pemakai bangunan,

sebagai dampak dari disain fasade bangunan yang memantulkan gangguan kebisingan ke dalam bangunan.

Substansi kuesioner diarahkan untuk mengungkapkan permasalahan mengenai : gangguan terhadap kebisingan, gangguan terhadap konsentrasi belajar, pengaruh kebisingan terhadap minat belajar, pengaruh kebisingan terhadap motivasi belajar, pendapat mahasiswa mengenai penyebab turunnya prestasi, pendapat mahasiswa mengenai renovasi ruang, pendapat mahasiswa mengenai renovasi bangunan.

B. Alat Ukur

Alat ukur yang digunakan dalam penelitian yang berjudul : “Pengaruh Disain Balkon dan Kanopi pada Bangunan Bertingkat terhadap Pantulan Kebisingan Lingkungan ke dalam Ruang Bangunan “ ini adalah sebagai berikut ;

I. Alat pengukur Tingkat Intensitas Bunyi, Sound Level Meter :

- a. Merek RION , type NA – 24, digital dengan ketelitian 0,1 dB, maksimum 130 dBA
- b. Merek UEI- DSM 100, digital, dengan ketelitian 0,1 dB, maksimum 130 dBA.
- c. Merek RION , type NA – 24, digital dengan ketelitian 0,1 dB, maksimum 130 dBA.
- d. Merek RION, type NA – 14, manual, dengan ketelitian 1 dB, maksimum 120 dBA.
- e. Merek Bruel & Kjer, digital, dengan ketelitian 0,1 dB, maksimum 130 dBA,.

Alat ini telah dikalibrasi oleh Puslitbang, KIM – LIPI Jakarta.

2. Jam Pengukur Waktu (Alat Penghitung jumlah kendaraan yang melewati Kampus Unika Soegijapranata baik otomobil, truk sedang, ataupun truk besar. Alat penghitung ini disebut ' Hand Tally Counter ' (Stopwatch). Alat ini digunakan untuk mengukur lamanya waktu mengukur Tingkat Intensitas Kebisingan dalam Ruang, maupun mengukur Tingkat Intensitas Kebisingan Ekivalen , setiap 5 menit.
4. Alat pengukur suhu Udara dan kelembaban Udara. Menurut Szokolay bahwa Suhu dan kelembaban akan mempengaruhi tingkat intensitas Bunyi di udara. Alat pengukur Temperatur dan Kelembaban ini juga dilengkapi dengan alat pengukur Tekanan Udara, merek alat : LUFFT, buatan Jerman.
5. Anemometer, alat untuk menghitung arah angin, sehingga diharapkan dapat diketemukan kondisi yang signifikan terhadap kebisingan.
6. Handie – Talkie 2M, untuk memperlancar komunikasi, bagi petugas di jalan Tol dan petugas di ruang Bangunan.

C. Teknik Kalibrasi

Teknik kalibrasi alat bertujuan agar alat pengukuran berupa Sound Level Meter, yang mempunyai sensitivitas bervariasi mempunyai skala yang sama dengan Sound level meter yang sudah dikalibrasi melalui Puslitbang KIM (Kalibrasi Instrumentasi Metrologi) LIPI – Jakarta.

Karena keterbatasan dana, teknik kalibrasi alat, dilakukan dengan menggunakan Piston Phone milik Balai Hiperkes – Semarang.

D. Pemilihan Bahan Penyerap

Karena keterbatasan biaya dan waktu, yang dihadapi oleh peneliti dalam Penelitian Program Studi S2 MTA – UNDIP ini, maka pada teknis pelaksanaan, peneliti memilih bahan penyerap sebagai berikut :

1. Kain goni, untuk plafon. Menurut Leslie Doelle (1993,144), bahan berpori akan menyerap energi bunyi yang ditimbulkan oleh sumber bising. Semakin tebal lapisan akan semakin menyerap suara. Oleh karena itu, dipergunakan lapisan karung goni yang dibuat rangkap, agar dapat menyerap energi bunyi semakin besar. Kain goni ini juga dipergunakan oleh Konsultan Akustik yang menggarap Akustik Ruang pada Auditorium University de Montreal (1970).
2. Styrofoam, untuk plafon. Styrofoam merupakan bahan sintetis, yang bersifat menyerap suara, dan sering digunakan untuk melapis dan mengisi elemen akustik pada ruang bangunan (Leslie Doelle, 1993, 38). Selain styrofoam, bahan pengisi antar lapisan yang sering digunakan adalah : papan mineral, rock wol, tectum board. Namun dengan alasan kemudahan tersedianya bahan dan keterbatasan biaya, maka terpilih bahan sintetis Styrofoam.
3. Karpet, untuk lantai. Pada banyak referensi buku akustik, disarankan untuk menggunakan karpet. Karpet model 'cut pile' lebih banyak menyerap dibandingkan dengan karpet model ' Loop-pile'. Untuk itu pada penelitian ini digunakan karpet model 'Cut-pile'

3.3. JALANNYA PENELITIAN

A. Variabel Penelitian

Variabel yang akan dipelajari dan data yang digunakan sebagai tolok ukur dalam penelitian ini meliputi variabel bebas, variabel terikat dan variabel antara, sebagai berikut :

1. Variabel terikat (variabel terpengaruh)

Yang dimaksud dengan variabel terpengaruh pada penelitian ini adalah 'tingkat intensitas kebisingan dalam ruang bangunan'. Variabel terikat ini ditetapkan berdasarkan pertimbangan – pertimbangan variabel indikator yang mempengaruhi tingkat intensitas bunyi di dalam ruang. Variabel – variabel indikator tersebut adalah ; volume ruang, jarak dari sumber suara, luasan pembatas ruang, sudut propagasi suara, dan waktu dengung ruangan .

2. Variabel bebas (variabel pengaruh)

Yang dimaksud dengan variabel bebas atau variabel pengaruh dalam penelitian ini adalah ' Disain Balkon dan Kanopi', yang ditekankan pada aspek material pelapis dari elemen balkon dan kanopi tersebut. Material pelapis atau penutup yang digunakan pada penelitian ini adalah : Kain goni, Styrofoam, dan karpet. Bahan – bahan tersebut menurut Leslie Doelle, merupakan bahan – bahan yang digunakan dalam Disain Akustik Ruang . Variabel indikator yang mempengaruhi variabel

bebas ini adalah : derajat keporian bahan, ketebalan material, serta tekstur.

Material – material ini dalam bab terdahulu, disebut sebagai katagori ‘ penyerap berpori’.Penyerap berpori ini sebenarnya efisien untuk menyerap suara berfrekuensi tinggi, namun pada perkembangannya , apabila penyerap berpori ini memiliki jarak dari lapisan penunjang yang padat, maka penyerap berpori ini berfungsi sebagai ‘ penyerap panel/ selaput yang bergetar’ . Dan penyerap jenis ini sangat mendukung penyerapan suara berfrekuensi rendah, seperti halnya kebisingan trafik.

3. Variabel Antara

Variabel antara pada penelitian ini, adalah kebisingan lingkungan , yaitu kebisingan trafik , baik di Jalan TOL maupun Jalan Pawiyatan Luhur yang mengapit Gedung Yustinus – unika Soegijapranata. Kebisingan trafik ini dapat dianggap sebagai variabel antara, karena tingkat intensitas bunyinya yang selalu berubah – ubah dari waktu ke waktu.

B. Metode Survey dan Uji Fisik Responden

1. Pengumpulan Data Melalui uji Fisik

Yang dimaksud dengan Uji Fisik dalam Penelitian ini , meliputi dua macam Uji Fisik, yaitu Uji Fisik Hipotesa satu dan Uji Fisik Hipotesa dua. Hipotesa satu diuji dengan Uji Fisik melalui pengukuran Tingkat Intensitas Kebisingan Ruang Bangunan yang dilakukan bersamaan waktunya dengan pengukuran Tingkat Intensitas Kebisingan

ekivalen di Jalan, baik Jalan TOL maupun Jalan Pawiyatan Luhur, sesuai dengan Metode Pengukuran Intensitas Kebisingan yang distandarkan.

Sedangkan Uji Fisik Hipotesa Dua, yaitu melakukan serangkaian pengukuran terhadap dua ruang berdampingan yang menghadap pada satu sisi massa bangunan dan mempunyai waktu dengung yang relatif sama. Pada salah satu ruang identik tersebut, dipasang bahan penyerap pada elemen balkon dan kanopi, sedangkan ruang yang lain dibiarkan apa adanya tanpa ditutup dengan bahan penyerap suara. Dengan mempertimbangkan variabel indikator yang mempengaruhi Tingkat Intensitas Kebisingan dalam Ruang, maka diharapkan kedua ruang identik sama tersebut cukup obyektif dalam merespon sumber bising trafik.

Metode yang sama dilakukan pada sisi massa bangunan yang berlawanan pada lantai yang sama. Dan eksperimen ini dilakukan , khususnya untuk lantai tiga dan empat, mengingat tiga lantai bangunan lainnya tidak memiliki ruang yang memiliki variabel indikator yang benar – benar serupa. Melalui cara penelitian seperti ini , diharapkan dapat ditemukan besar pengaruh penambahan bahan penyerap pada disain balkon dan kanopi bangunan.

2. Teknik Pengukuran

Pengukuran tingkat Intensitas kebisingan dengan menggunakan Sound level meter. Waktu yang dibutuhkan untuk sekali pengukuran adalah 5 (lima) menit dengan interval setiap 5 (lima) detik. Sehingga dalam 5 menit akan didapatkan 60 kali

pengukuran tiap 5 detik. Dan dari 60 kali penghitungan tersebut, akan dicari Tingkat intensitas kebisingan Ekuivalen (Lek) dari Jalan Tol maupun Jalan Pawiyatan Luhur.

Berbeda dengan metode pengukuran tingkat intensitas kebisingan trafik, untuk mengukur Tingkat Intensitas kebisingan Ruang Bangunan, diperlukan interval pengukuran tiap 10 detik, untuk 5 (lima) menit. Metode seperti ini merujuk metode pengukuran tingkat intensitas kebisingan di dalam Ruang dengan standar Balai Hiperkes.

Pengukuran Tingkat Intensitas Kebisingan , baik di jalan maupun di dalam ruang dilakukan secara berulang – ulang pada waktu hari libur atau hari Minggu, pada jam 08.00 sampai dengan jam 16.00. Pertimbangan peneliti dalam menentukan waktu pengukuran ini, didasarkan pada tujuan penelitian, agar kebisingan selain trafik Jalan TOL dan Jalan pawiyatan luhur dapat dianulir atau dihilangkan. Dengan metode yang seperti ini diharapkan dapat dianalisa , seberapa besar pengaruh Tingkat Intensitas Kebisingan Trafik, baik Jalan tol maupun Jalan Pawiyatan Luhur terhadap Tingkat intensitas kebisingan Ruang Bangunan.

3. Pengumpulan Data Melalui Perhitungan

Selain Data Primer tersebut di atas, diadakan kompilasi data melalui perhitungan , berdasarkan data primer. Dengan menarik rumusan tertentu dari data primer yang dihasilkan kita akan dapat menentukan rumus dari fungsi Lek Jalan atau trafik, terhadap Lek yang diterima pada Ruang – ruang Bangunan Yustinus Unika ini.

Rumus – rumus yang digunakan dalam kompilasi data primer adalah sebagai berikut :

- a. Tingkat Intensitas Kebisingan Ekivalen Ruang

Rumus yang digunakan adalah :

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{N} \sum n_i \cdot 10^{0.1 L_i} \text{ (dBA)}$$

- b. Tingkat Intensitas Kebisingan Ekivalen untuk Trafik

Rumus yang digunakan adalah :

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{60} \sum n_i 10^{0.1 L_i} \text{ (dBA)}$$

- c. Tingkat Intensitas Kebisingan Ekivalen untuk Tempat Parkir

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{N} \sum n_i \cdot 10^{0.1 L_i} \text{ (dBA)}$$

- d. Tingkat Kebisingan Rata-rata \pm Standar Deviasi (L terbaik)

$$L_{\text{terbaik}} = \frac{\sum L_i}{n} \pm \sqrt{\frac{\sum (L_i - \bar{L})^2}{n(n-1)}} \text{ (dBA)}$$

- e. Tingkat Intensitas Kebisingan dalam Jarak

$$L_2 = L_1 - 10 \log \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^2 \text{ (dBA)}$$

- f. Tingkat Intensitas Kebisingan – Siang

$$L_s = 10 \log \frac{1}{16} \{ T_1 \cdot 10^{0.1 L_1} + \dots + T_n \cdot 10^{0.1 L_n} \} \text{ (dBA)}$$

- g. Waktu Dengung

$$RT = 0.161 \frac{V}{a} \text{ detik}$$

h. Koefisien Absorpsi Rata-rata

$$\bar{\alpha} = \frac{S_1 \cdot \alpha_1 + S_2 \cdot \alpha_2 + \dots + S_n \cdot \alpha_n + (m \cdot S \cdot \alpha_m)}{S_1 + S_2 + \dots + S_n}$$

i. Absorpsi (Serapan Total Ruangan)

$$a = S[-2.3 \log(1 - \bar{\alpha})]$$

j. Tingkat Kebisingan Dasar

$$L_{10}(18 \text{ jam}) = 28,1 + 10 \log N \quad (\text{dBA})$$

k. Koreksi tingkat Kebisingan Dasar

$$C = 33 \log\left(v + 40 + \frac{500}{v}\right) + 10 \log\left(1 + \frac{5p}{v}\right) - 68,8 (\text{dalam } \pm \text{ db}(A))$$

C. Tahapan Kerja Lapangan

1. Persiapan dan Penyiapan Tenaga

Memilih dan menentukan tenaga lapangan untuk persiapan survai yang dilakukan dengan teknik Uji Fisik . Persiapan tersebut meliputi beberapa kegiatan sebagai berikut :

- a. Pembagian tenaga lapangan menjadi tiga grup. Satu grup ditempatkan di Jalan Tol, satu grup ditempatkan di Jalan Pawiyatan luhur, dan grup ketiga ditempatkan di Ruang Bangunan.
- b. Penunjukan ketua grup, untuk memudahkan komunikasi.

c. Memberikan pengarahan mengenai tatacara pengukuran Uji Fisik. Penjelasan dan pengarahan tentang tata cara penggunaan dan perawatan peralatan dalam pengukuran Uji Fisik.

2. Tahap Kerja Lapangan

Tahap Kerja Lapangan merupakan tahapan pokok dalam Penelitian ini. Pekerjaan yang dilakukan dalam tahap ini meliputi Teknik Uji Fisik. Pada Uji Fisik Hipotesa Satu, petugas melakukan Uji Fisik dengan melakukan pengukuran berulang -- ulang , baik di Jalan maupun di dalam ruang Bangunan. Untuk Ruang Bangunan yang sama dilakukan pengukuran sebanyak beberapa kali , sesuai dengan standar pengukuran kebisingan di dalam ruang oleh Balai Hiperkes.

Pada Uji Fisik Hipotesa Dua, metode yang sama dilakukan sebagaimana pada Uji Fisik hipotesa Satu, namun pada dua ruang identik yang sama, salah satu dipasang bahan penyerap pada disain balkon dan kanopinya. Metode ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan bahan penyerap pada elemen bangunan balkon dan kanopi.

D. Kompilasi dan Interpretasi Data

Survai yang dilakukan menghasilkan data Uji Fisik Bangunan. Kemudian data hasil survai tersebut dipelajari, termasuk mengkoreksi ketepatan dan kebenaran jawaban responden , pada analisa kualitatif.

Data hasil Uji Fisik Bangunan, meliputi Tingkat Intensitas Kebisingan ekivalen , baik pada trafik jalan maupun pada ruang – ruang bangunan, yang diberi bahan penyerap maupun yang tanpa bahan penyerap.

E. Analisa Data

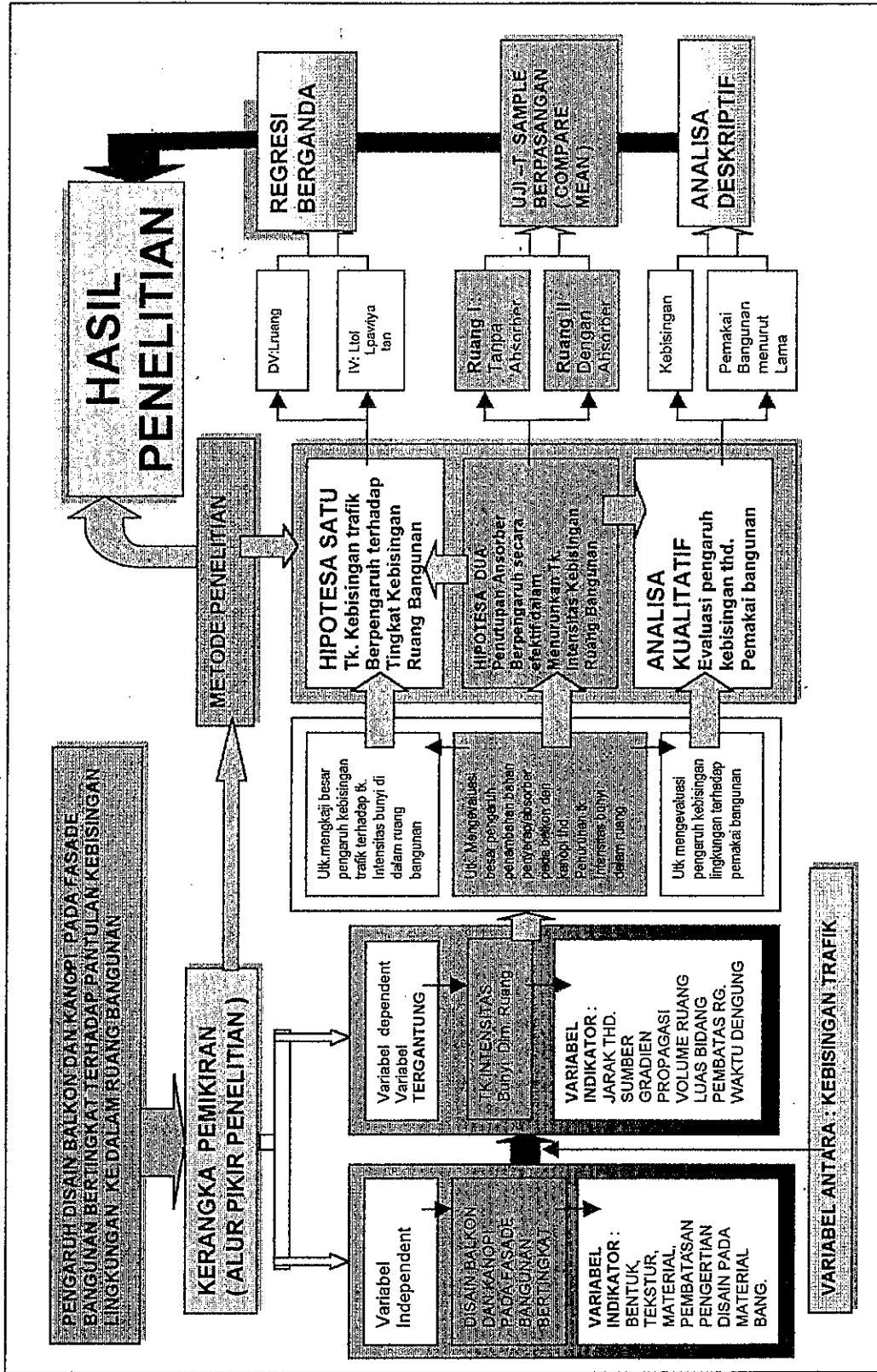
Dalam Tahapan Analisa Data, akan dibuktikan dua Hipotesa Penelitian , dan satu analisa pendukung yang bersifat kualitatif, dari sudut pandang pemakai bangunan. Pada tahap analisa untuk menguji Hipotesa Satu, akan digunakan Metoda Analisis Regresi Berganda , dengan menggunakan Program Statistik SPSS (*Statistical Product and Service Solution*), agar dapat diketahui pengaruh Tingkat Kebisingan Jalan Tol dan Tingkat kebisingan Jalan Pawiyatan Luhur terhadap Tingkat Intensitas kebisingan di dalam Ruang. (Singgih Santosa, 1999).

Untuk tahap analisa untuk menguji hipotesa Dua , akan digunakan Metode Analisis Statistik Inferensi ‘ Paired Sample T – Test ‘ (Uji T untuk Sample/ Cuplikan Berpasangan). Hal ini dilakukan mengingat cuplikan diambil berdasarkan dua ruang yang berdampingan pada sisi massa bangunan yang sama, baik sisi Timur Laut maupun sisi Barat Daya. Uji T untuk 2 sample berpasangan ini termasuk dalam Metode Analisis “ Compare Means” pada SPSS yang menyediakan berbagai metode parametrik untuk melakukan Inferensi terhadap data Statistik.

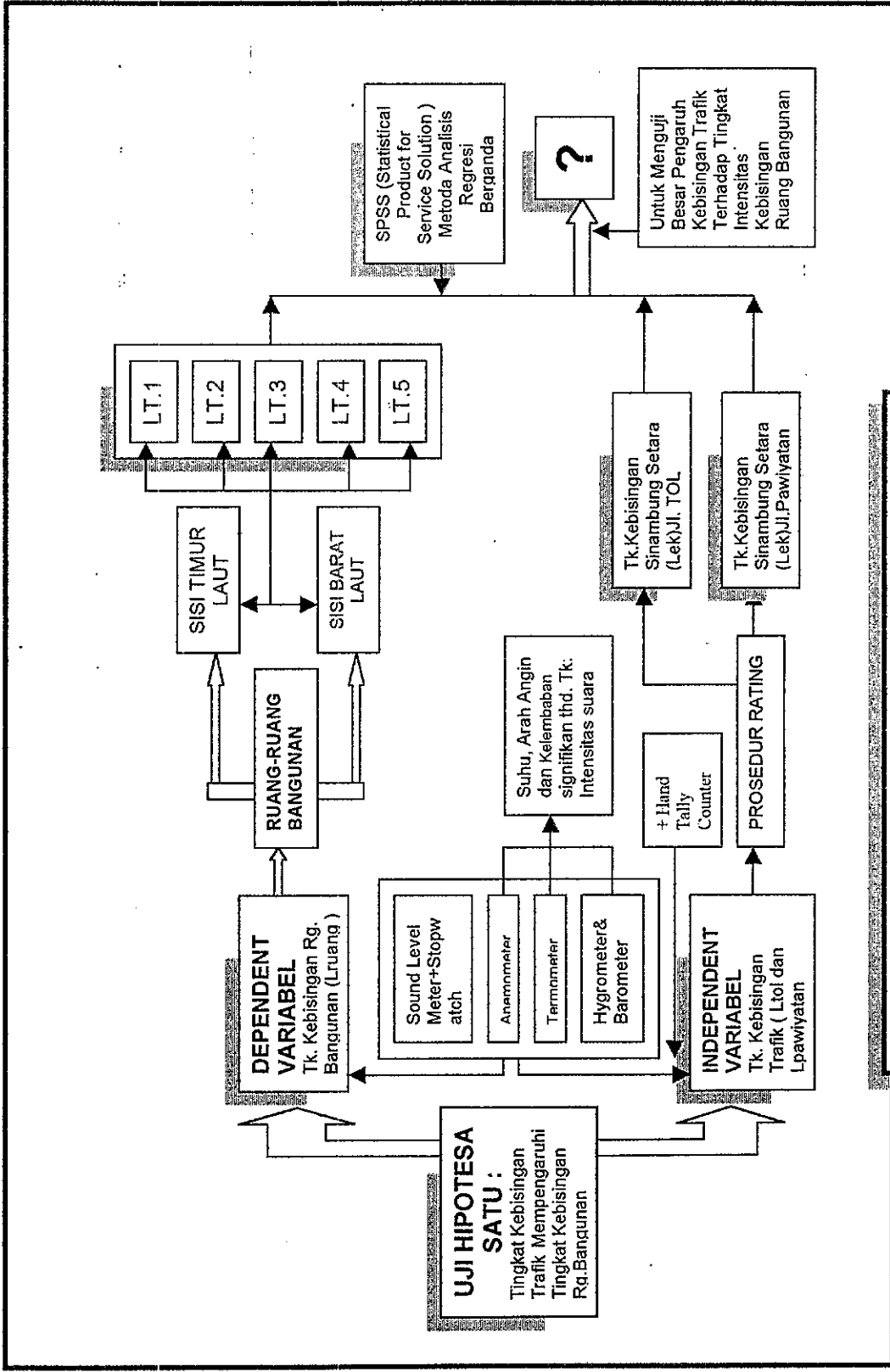
Pada analisis kualitatif, pendukung penelitian , akan dilakukan analisa deskriptif, dengan terlebih dahulu dilakukan proses ‘ labelling’ pada hasil angket kuesioner.

Selanjutnya dalam setiap sub pembahasan , substansi kuesioner akan dilengkapi

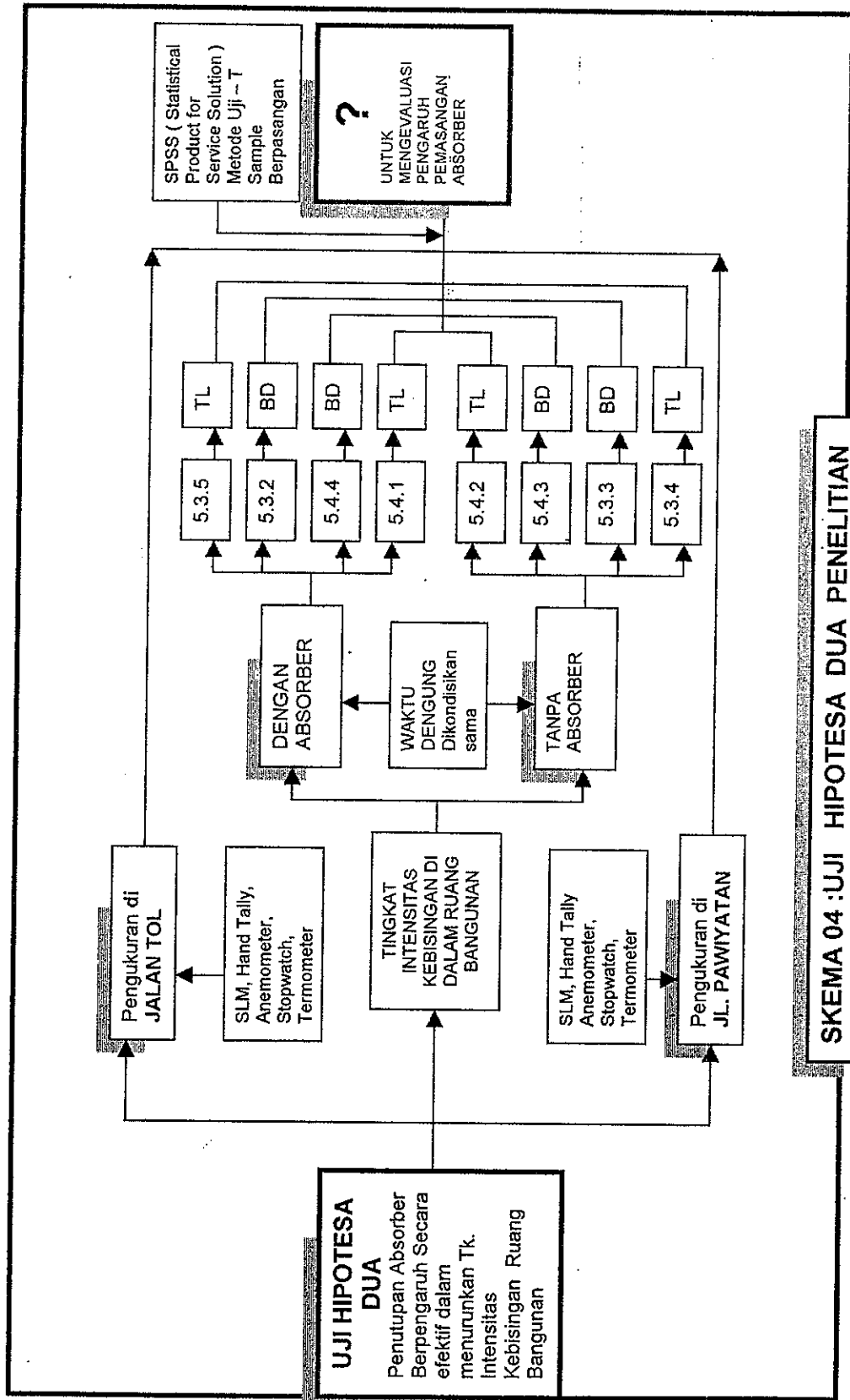
dengan ' distribusi frekuensi ' , Chi-square Tests, dan Uji Hubungan antara 2 Variabel bagi setiap substansi jawaban responden mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Katholik – Soegijapranata – Semarang . Dan dalam Chi-square Tests dan Uji Hubungan antara 2 Variabel ini , nilai hubungannya menjadi signifikan apabila berada di bawah angka 0.05.

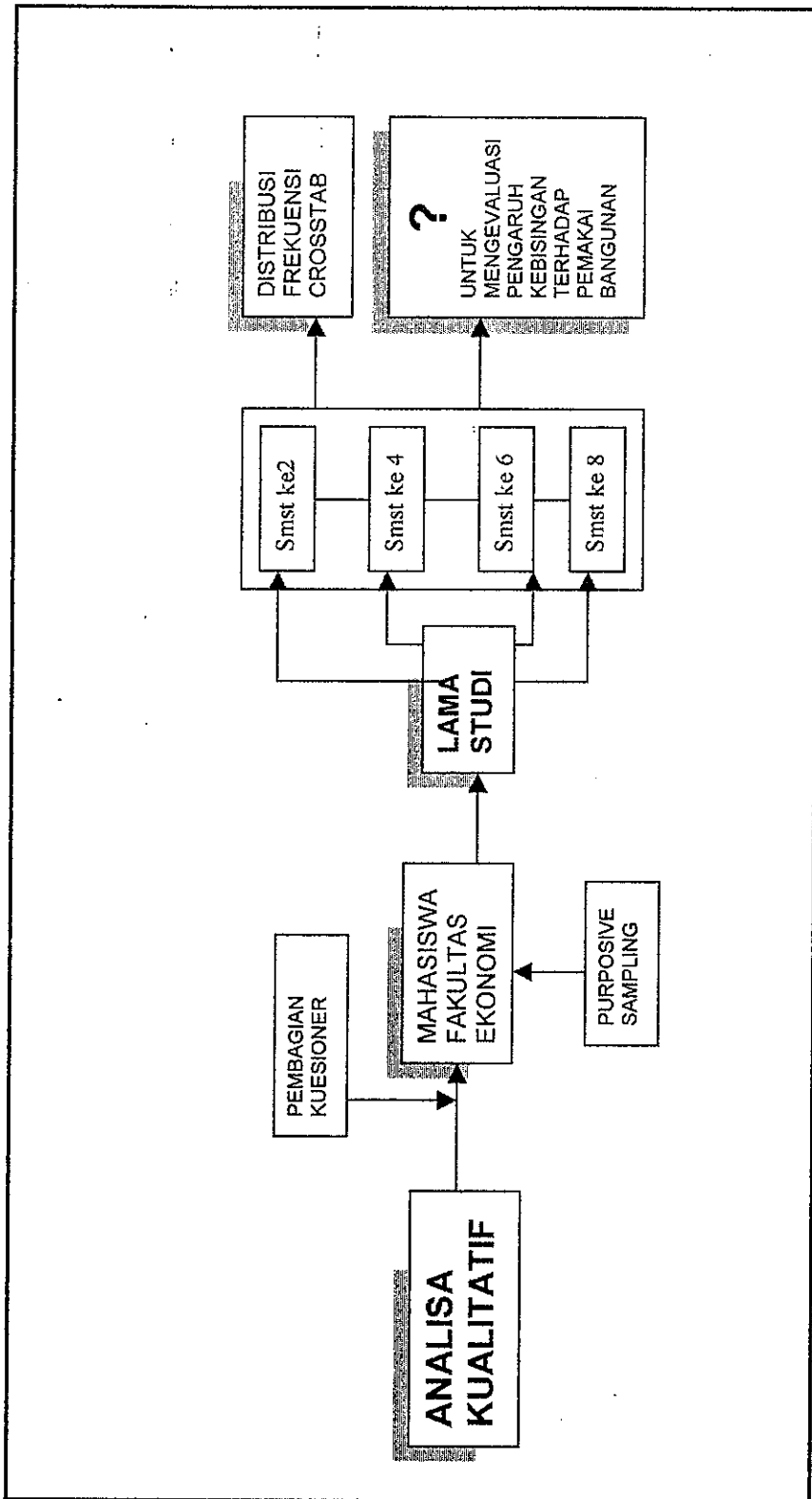


SKEMA 02 : ALUR PIKIR PENELITIAN



SKEMA 03 : UJI HIPOTESA SATU PENELITIAN





SKEMA 05 : ANALISA KUALITATIF

BAB IV

GAMBARAN UMUM STUDI KASUS DAN HASIL PENELITIAN

4.1. LOKASI

Kota Semarang memiliki koordinat geografi 7° Lintang Selatan dan 110° Bujur Timur. Kota Semarang juga terletak di antara garis Cancer dan Capricorn yang merupakan sabuk tropis. Semarang mempunyai temperatur terendah 27.5° C – 24.2° C dan temperatur tertinggi 31.8° C. Semarang merupakan daerah berpantai dan berbukit dengan kemiringan topografi 2% - 40 %, dengan ketinggian bervariasi antara 0 sampai dengan kurang lebih 100 m dari permukaan air laut. Hujan rata – rata pertahun dapat mencapai 1875 mm dengan kelembaban lebih dari 70 %. Dengan ciri – ciri iklim yang demikian , maka Semarang termasuk dalam kategori daerah iklim tropis lembab.

George Lippsmear mengemukakan bahwa berdasarkan sudut altitude dan azimuth matahari yang didapat dari diagram lintasan matahari, maka didapat sudut- sudut pembayangan horisontal dan vertikal , khususnya pada posisi matahari ekstrim pada garis balik utara dan selatan, tanggal 22 Juni dan 22 Desember , tiap tahun. Tanggal-tanggal tersebut diambil sebagai sampel pengukuran, karena pada tanggal tersebut, posisi matahari berada pada garis balik Lintang Utara dan Garis Balik Lintang Selatan, atau tepatnya pada $23^{\circ}27'$ Lintang Utara dan $23^{\circ}27'$ Lintang Selatan.

Tabel 11 : Sudut Pembayangan Sinar Matahari pada Tanggal 22 Juni dan 22 Desember, tiap tahun
 Sumber : Perhitungan Peneliti, berdasarkan azimuth dan altitude matahari.

Tanggal	Fasade Bangunan	Jam	Sudut Pembayangan	
			Horisontal	Vertikal
22 Desember	Selatan	08.38	65	65
		09.38	55	66
		10.38	43	75
		11.38	0	75
		12.38	39	74
		13.38	58	70
		14.38	65	65
	Timur	08.38	26	45
		09.38	35	60
		10.38	55	77
	Barat	12.38	50	75
		13.38	32	60
		14.38	35	55
		08.40	55	50
22 Juni	Utara	09.40	45	65
		10.40	25	60
		11.40	0	60
		12.40	32	58
		13.40	47	60
		14.40	64	55
		15.40	63	45
	Timur	08.40	38	42
		09.40	45	60
		10.40	65	77
	Barat	12.40	65	75
		13.40	45	70
		14.40	35	45

Universitas Katholik Soegijapranata terletak di kawasan Perguruan Tinggi Swasta, Benda Duwur – Semarang Selatan. Kompleks Universitas Katholik – Soegijapranata ini, memiliki sejumlah gedung yang memisahkan antara fakultas satu dengan fakultas yang lain. Tiap Fakultas memiliki gedung yang diberi nama baptis – Katholik seperti :

- a) Gedung Albertus, adalah gedung administrasi
- b) Gedung Mikael, adalah gedung Perpustakaan
- c) Gedung Antonius, adalah Gedung Fakultas Psikologi
- d) Gedung Ignatius, adalah Gedung Bina Rohani

- e) Gedung Henricus Constant, adalah gedung Fakultas Teknik
- f) Gedung Yustinus, adalah gedung Fakultas Ekonomi
- g) Gedung Antonius, adalah gedung Fakultas Hukum

Gedung Yustinus, yaitu gedung Fakultas Ekonomi, terletak di bagian paling timur dari kawasan kampus Unika, dan berada pada lokasi tertinggi diantara gedung – gedung lain yang terletak pada satu kompleks kampus Unika. Gedung ini berbatasan dengan :

- a) Sebelah Timur Laut, Jalan Tol Jatingaleh – Krapyak
- b) Sebelah Tenggara, makam dan areal parkir kampus
- c) Sebelah Barat Daya, Jalan Pawiyatan Luhur, penghubung daerah Sampangan dan Jatingaleh – Semarang
- d) Sebelah Barat Laut, bangunan administrasi, Gedung Albertus.

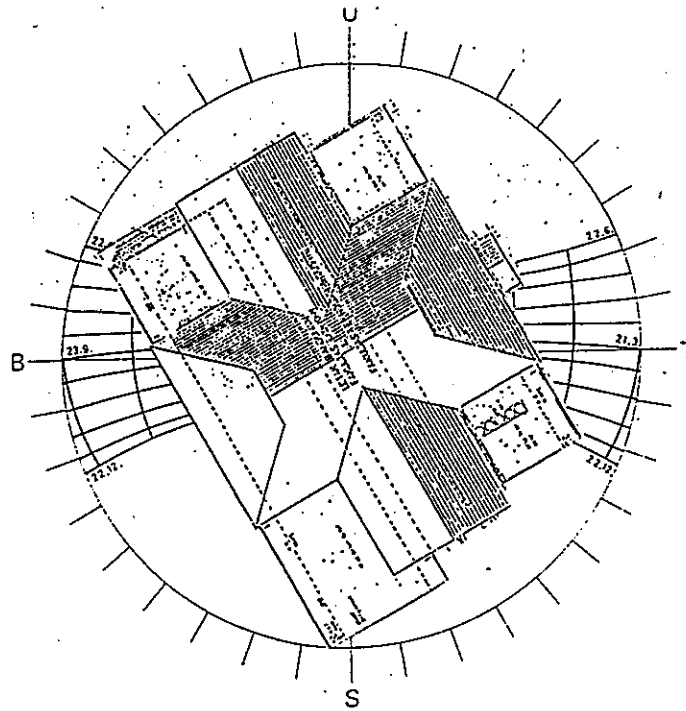


Foto 01. Fasade Timur laut yang menghadap jalan TOL

4.2. TINJAUAN BANGUNAN DARI ASPEK TROPIS

Bangunan memiliki sumbu bangunan membujur arah Tenggara – Barat Laut, dengan sisi samping bangunan menghadap arah Timur Laut dan Barat Daya. Sumbu Utara bergeser sebesar 30° dari sumbu bangunan (lihat gambar siteplan).

Tinjauan mengenai aspek tropis pada bangunan, meliputi pembahasan menyangkut : bahan bangunan, selubung bangunan, tinjauan mengenai sudut jatuh matahari pada fasade , terutama pada balkon, gerakan udara, temperatur, dan hujan. Untuk itu akan dibicarakan secara simultan sebagai berikut ;



Gambar 31 : Posisi Bangunan Yustinus – Unika Terhadap Garis Sumbu Utara – Selatan Bumi
 Sumber: Gambar kerja Bangunan Yustinus – Unika

A. Bahan Bangunan

1. Atap

Atap gedung Yustinus terdiri dari 2 (dua) jenis bahan , yaitu :

a. Genteng beton

Genteng Beton digunakan sebagai penutup atap pada bagian ruang aula dan hall. Konstruksi yang dipergunakan adalah sistem kuda – kuda baja dengan plafon yang digunakan adalah material kayu untuk aula dan hall. Konstruksi atap yang digunakan adalah kuda – kuda baja dengan plafon yang digunakan adalah material kayu. Bahkan untuk hall samping yang menghadap parkir Timur Laut dan Jalan Tol, menggunakan plafon ‘ lambresering ‘.

Dari segi akustik, material beton ini merupakan material pemantul dengan nilai koefisien absorpsi sebesar 0.02 (Cyril M. Harris, 1979,21-15)

b. Dak Beton

Dak beton dipergunakan sebagai penutup atap pada bagian bangunan perkuliahan dan ruang – ruang antara (hall-hall tengah). Pada ruang – ruang ini tidak diberikan material bangunan tambahan untuk penutup plafon, karena semua bagian yang menggunakan sistem Struktur ‘GRID’ ini dibuat ekspos beton. Material beton sebagaimana telah disebutkan memiliki nilai koefisien absorpsi 0.02.

2. Dinding

Sebagai pembatas horisontal digunakan dinding batu-bata pada seluruh bagian bangunan dengan kolom – kolom beton. Pembatas selasar adalah batu – bata dengan pemberian lubang – lubang sebagai aksent dinding balkon.

Pembatas ruang batu-bata ini memiliki koefisien absorpsi 0.04 (Cyril M,1979).

3. Lantai

Lantai merupakan pembatas ruang yang bersifat horisontal. Material penutup lantai ini terdiri dari 2 (dua) jenis, yaitu :

a. Cone Block (Paving Block)

Digunakan pada hall lantai 1, sebelah Barat Laut dan Tenggara, pemberian bahan cone block ini menambah kesan “ unity” antara ruang luar dan ruang dalam. Material Cone Block dari segi akustik, memiliki koefisien absorpsi 0.02 pada frekuensi tengah (Cyril M. harris, 1979,21-12)

b. Keramik

Keramik digunakan sebagai bahan pelapis lantai untuk selasar , hall tengah, tangga dan bordes, kamar mandi / WC, serta Hall Luar. Keramik yang digunakan dapat dibagi lagi menjadi 2 (dua), yaitu yang bertekstur dan yang polos. Keramik bertekstur digunakan untuk ruang – ruang kamar mandi/WC, sedangkan keramik polos digunakan untuk ruang – ruang selasar dan ruang-ruang hall.

c. Ubin Portland Cement (PC)

Ubin PC ini digunakan untuk ruang – ruang kuliah dan balkon , baik pada sisi massa bangunan sebelah Timur Laut maupun sisi Barat Daya. Pemakaian ubin PC ini memberikan kesan dingin pada ruang yang memakainya. Ubin PC abu-abu ini memiliki koefisien serapan sebesar 0.03 (Leslie Doelle, 1993,242)

B. SELUBUNG BANGUNAN

Seperti telah dikemukakan di bagian Bab II mengenai Kajian Pustaka, Selubung Bangunan, Amplop Bangunan atau Fasade bangunan, menurut Benjamin Stein bukan hanya bentuk dua dimensi permukaan luar saja, melainkan suatu ruang transisi yang berperan sebagai 'teater', interaksi antara ruang luar dan ruang dalam. Yang termasuk dalam selubung bangunan, seperti terlihat juga pada bangunan Gedung Yustinus, Unika Soegijapranata ini adalah: bukaan berupa jendela, ventilasi, pintu, dan juga termasuk di dalam selubung bangunan adalah balkon sekaligus kanopi bangunan.

1. Bukaan

Bukaan di sini dibagi lagi menjadi elemen-elemen bangunan seperti: jendela, ventilasi dan pintu.

a. Jendela

Jendela memiliki fungsi sebagai masuknya pencahayaan alami yang berasal dari matahari baik secara langsung maupun tidak langsung, selain sebagai pembatas terhadap gangguan suara. Namun ironisnya, bahkan seringkali jendela ini merupakan kendala yang paling rapuh terhadap masuknya kebisingan. Kebisingan ini masuk bersama – sama angin berhembus ke dalam ruang bangunan. Bahkan kaca yang menjadi sebagian dari elemen jendela ini hanya memiliki koefisien absorpsi sebesar 0.03 (Cyril M. Harris, 1979,21-12)

b. Pintu

Pintu sebagai bukaan yang berfungsi sebagai tempat sirkulasi aktivitas keluar masuk ruang. Pintu dan kosen yang digunakan adalah kayu. Dan pintu yang digunakan dibagi menjadi 3 (tiga) jenis, yaitu : pintu panil, pintu kaca, dan kombinasi pintu panil dan kaca.:

Pintu panil yang terbuat dari papan kayu, memberikan nilai serapan sebesar 0.1 (Leslie Doelle, 1993,242)

c. Ventilasi

Fungsi ventilasi disini adalah sebagai tempat sirkulasi keluar masuknya, atau pergantian udara. Ventilasi yang digunakan pada selubung bangunan ini adalah krepyak miring.

Lubang udara berupa jendela krepyak ini, membantu suara dari luar masuk tanpa halangan , artinya 100% dari suara masuk tidak tersaring oleh material apapun.

2. Balkon dan Kanopi

Ernest Burden mengatakan bahwa balkon adalah suatu bentuk plat struktur pada eksterior atau tampak luar bangunan, sering ditumpu dari bawah oleh kantilever yang terbuat dari kayu, logam ataupun elemen struktur lain. Balkon juga sering dipagari baik oleh railing, balustrade ataupun dinding pagar. Balkon pada gedung Yustinus, sebagaimana Ernest Burden mengemukakan bahwa balkon sering didisain sebagai bagian integral dari struktur dan berkaitan erat dengan 'style' bangunan, didisain

mencerminkan style bangunan 'Post Modern'. Pagar balkon Gedung Yustinus terbuat dari pagar batu-bata dengan variasi lubang sebesar 10 x 45 cm.

Balkon dan kanopi bangunan akan memberikan nilai akustik yang baik apabila material pembatasnya memberikan koefisien absorpsi yang cukup besar. Artinya apabila elemen balkon dan kanopi didisain dengan menggunakan material finishing yang berfungsi sebagai penyerap yang baik bagi suara dari luar ruang, maka suara dari luar yang masuk melalui pantulan dinding pembatas balkon dan kanopi, akan dapat direduksi.



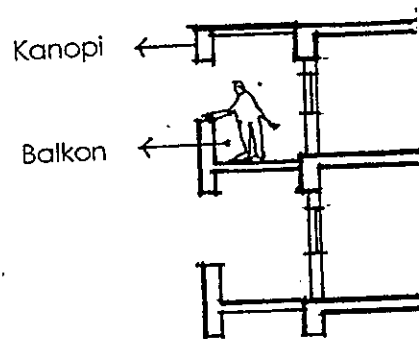
Foto 02 : Elemen Bangunan Balkon dan Kanopi sebelah Timur Laut sebagai Obyek Penelitian

Kanopi, menurut Ernest Burden adalah bagian struktur ataupun non-struktural yang direncanakan menonjol keluar dari dinding, kadang – kadang disuport oleh kolom, atau sering pula diberi pengakhiran berupa penutup atap untuk memberi proporsi.

Kanopi pada Gedung Yustinus Unika, merupakan bagian yang menyatu dengan balkon. Sebagai bangunan bertingkat, gedung Yustinus yang memiliki kanopi seperti pada gambar kerja, dipandang dari segi 'Arsitektur Tropis', merupakan penghalang sinar matahari dan cahaya matahari, namun dari segi akustik, merupakan elemen

bangunan yang dapat memantulkan kebisingan lingkungan ke dalam ruang bangunan.

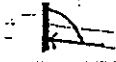


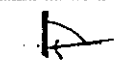

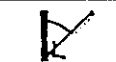
Gambar 32 : Balkon dan kanopi
pada Gedung Yustinus
Sumber : sketsa Peneliti



Menurut Benjamin Stein (1986, 51) , balkon dibuat untuk menambah volume ruang dan bertujuan untuk perisai serambi muka cahaya matahari (sun porch). Balkon juga merupakan respon langsung terhadap pengaruh dari ‘ block – wind and admit sun ‘ (menghalangi angin dan memasukkan cahaya).








Berikut ini disajikan perhitungan peneliti , mengenai berapa sudut vertikal dan horisontal pada fasade bangunan ataupun selubung bangunan Gedung yustinus , untuk posisi matahari ekstrim pada garis balik Utara maupun Selatan, tanggal 22 Juni dan 22 Desember .

Tabel 12 : Sudut Vertikal dan Horizontal pada Selubung Bangunan Gedung Yustinus , Pada Balkon Timur laut, tanggal 22 Juni, tiap tahun (sumber : perhitungan peneliti)








Selubung Bangunan	Jam	Sudut Horizontal	Sudut Vertikal
BALKON TIMUR LAUT	05.59	 96°	0°
	6.40	 94°	14°
	7.40	 90°	30°
	8.40	 85°	42°
	9.40	 75°	60°
	10.40	 54°	77°

Dari tabel di atas dapat dibaca, pada jam 05.59, fasade atau tepatnya balkon Timur Laut akan mendapatkan sudut horizontal 96° dan sudut vertikal sebesar 0°. Besar sudut vertikal ini dapat dipahami, mengingat sudut altitude matahari pada posisi akan terbit, yaitu pada saat matahari tepat berada di ufuk timur adalah sebesar 0°.









Tabel 13 : Sudut Vertikal dan Horizontal pada Selubung Bangunan Gedung Yustinus , Pada Fasade barat laut, tanggal 22 Juni, tiap tahun (sumber : perhitungan peneliti)

Selubung Bangunan	Jam	Sudut Horizontal	Sudut Vertikal
FASADE BARAT LAUT	11.40	 60°	60°
	12.40	3° 	75°
	13.40	 6°	70°
	14.40	 26°	45°
	15.40	 32°	27°
	16.40	 35°	13°
	17.21	 37°	0°

Tabel 14 : Sudut Vertikal dan Horizontal pada Selubung Bangunan Gedung Yustinus , Pada Fasade Tenggara, tanggal 22 Desember, tiap tahun (sumber : perhitungan peneliti)

Selubung Bangunan	Jam	Sudut Horizontal	Sudut Vertikal
FASADE TENGGARA	5.24	37° 	0°
	5.38	38° 	4°
	6.38	39° 	20°
	7.38	39° 	38°
	8.38	35° 	50°
	9.38	96° 	60°
	10.38	10° 	70°

Tabel 15 : Sudut Vertikal dan Horizontal pada Selubung Bangunan Gedung Yustinus , Pada Balkon Barat Daya, tanggal 22 Desember, tiap tahun (sumber : perhitungan peneliti)

Selubung Bangunan	Jam	Sudut Horizontal	Sudut Vertikal
BALKON BARAT DAYA	11.38	30° 	82°
	12.38	70° 	70°
	13.38	89° 	55°
	14.38	5° 	42°
	15.38	7° 	30°
	16.38	8° 	17°
	17.38	7° 	4°
	17.38	7° 	0°

C. Temperatur dan Kelembaban Udara

Pada dasarnya perencanaan perlindungan matahari pada masing – masing fasade seperti dikemukakan pada sub bab ‘ Selubung Bangunan ‘, dapat pula dianggap sebagai elemen penghambat radiasi yang masuk ke dalam ruangan .

Pada Gedung Yustinus Balkon Bangunan berfungsi sebagai pereduksi panas matahari, yang apabila tidak ada balkon , maka cahaya dan sinar matahari akan langsung menerpa elemen dinding pembatas ruangan yang banyak didisain dengan elemen bukaan, seperti jendela kaca, ventilasi dan pintu. Seperti telah diketahui, George Lippsmeier (1994, 65), bahan bangunan kaca memiliki kemampuan penghantaran panas yang kecil, namun penyerapan panas yang dimiliki , cukup besar . Radiasi matahari, di dalam bangunan diubah menjadi radiasi panas. Sungguh disayangkan pada Gedung Yustinus , tidak diaplikasikan berbagai jenis kaca yang direferensikan sebagai kaca yang responsif terhadap iklim tropis , seperti : kaca pelindung matahari, kaca fotokromatik, kaca isolasi, dan kaca pengaman.

Berikut ini tabel 16 berupa data pengukuran temperatur udara pada ruang – ruang bangunan Gedung Yustinus- Unika, hasil dari Observasi lapangan .

Tabel 16 : Pengukuran Temperatur Udara dan Kelembaban Pada Ruang Bangunan

Lantai	No	RUANG	Temperatur(°C)	Hygrometer (%)	Barometer (mbar)
1	1	Balkon Timur laut	29	75	1021
	2	Hall Luar	29	75	1021
	3	5.1.5/5.1.6	29	74	1021
	4	Hall tengah	29.5	74	1021
	5	Selasar Timur laut	29	75	1021
	6	Balkon Barat Daya	29.25	74	1020.5
	7	5.1.0	30	76	1020
	8	Ruang seminar	30	77	1020
	9	Hall barat laut	27.5	80	1020.75
	10	Hall tenggara	27.25	79	1021

2	1	Balkon timur laut	28.5	74	1021
	2	5.2.9	29	75	1021
	3	5.2.7	29	75	1021
	4	Hall tengah	29	72	1020.5
	5	Selasar timur laut	29	75	1020.5
	6	Balkon barat daya	28.9	76	1020
	7	5.2.2	29	75	1020.5
	8	5.2.3	29	75	1020.7
3	1	Balkon timur laut	28.25	75	1020
	2	5.3.5	29	27	1020
	3	5.3.4	29	76	1020
	4	Hall tengah	28.5	75	1020.5
	5	Selasar timur laut	28	75	1020.5
	6	Balkon barat daya	28.25	75	1020.5
	7	5.3.1	29	77	1020
	8	5.3.2	29	76	1020
	9	5.3.3	28.9	76	1020
4	1	Balkon timur laut	28	76	1020
	2	5.4.1	29	78	1020
	3	5.4.2	28	78	1020
	4	Hall tengah	28	77	1020.5
	5	Bordes tangga	27.5	77	1020.5
	6	Balkon timur laut	27.75	77	1020.5
	7	5.4.5	28	78	1020.5
	8	5.4.4	28	78	1020.5
5	1	Balkon timur laut	27.5	79	1020.5
	2	Ruang Seminar	27.5	77	1020.5
	3	5.5.3	27.5	78	1020.5
	4	Hall tenggara	27.5	78	1020.5
	5	Hall barat laut	27.5	78	1020.5
	6	Selasar timur laut	27.5	78	1020.5
	7	Balkon barat daya	27.5	78	1020.5
	8	5.5.1	27.9	78	1020.5
	9	5.5.2	27.9	78	1020.5

Kondisi iklim tropis lembab memiliki kelembaban udara yang cukup tinggi, sehingga dalam rangka mencapai kelembaban yang optimal untuk mendapatkan kenyamanan thermal, diperlukan prinsip perencanaan yang khusus. Untuk itu diperlukan adanya gerakan udara untuk menurunkan kadar air yang terkandung dalam komposisi udara (George Lippsnear, 1994)

Pergerakan udara dalam bangunan diantisipasi dengan desain bukaan dinding, berupa jendela dan ventilasi.

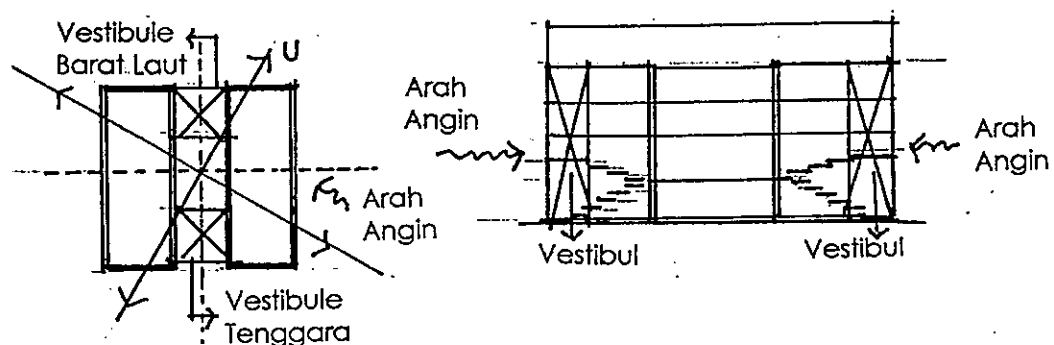
D. GERAKAN UDARA DAN HUJAN

Pergerakan udara sangat dibutuhkan di daerah beriklim tropis lembab sebagai penghawaan alami, dengan membuka lubang – lubang penghawaan yang besar, yang diharapkan dapat menghasilkan 'Cross Ventilation' yang optimal (George Lippsinear, 1994 ,87).

Aliran udara di dalam bangunan dapat dihasilkan dengan memanfaatkan angin atau melalui kontras temperatur antara bidang fasade yang terkena cahaya dengan yang tidak terkena cahaya, sehingga dapat dihasilkan gerakan udara/ angin yang berpindah dari temperatur tinggi ke temperatur rendah. Kontras perbedaan temperatur ini tergantung dari orientasi bangunan dan pengaturan lubang – lubang udara .

Lubang udara pada gedung Yustinus, selain diwujudkan dalam disain jendela dan ventilasi juga dengan ' konsep mall' pada bangunan Yustinus – Unika, yang menyebabkan terciptanya hall dan ' vestibule' bangunan. Vestibule , menurut Ernest Burden, adalah bagian bangunan serupa atrium, yang menciptakan perpaduan antara ruang luar dengan ruang dalam bangunan. Vestibule bangunan Yustinus terletak di sebelah Barat Laut dan Tenggara.

Gambar 33 : Vestibule di dalam bangunan Yustinus
Sumber : Sketsa peneliti



Dengan adanya vestibule bangunan ini, maka ruang – ruang yang berada di sekitar vestibule akan mendapatkan angin yang lebih besar daripada ruang – ruang lainnya . Disisi lain, kecenderungan disain yang seperti ini mengakibatkan tampias air hujan yang cukup besar ke dalam bangunan, sehingga pada waktu hujan, banyak ruang bangunan, terutama di ruang – ruang Hall tengah bangunan tergenang oleh air hujan .



Foto 03 : Vestibule bangunan –pemandul kebisingan

E. PENERANGAN ALAMI

Penerangan alami pada bangunan Yustinus dilihat dari tabel sudut jatuh horisontal dan vertikal pada selubung bangunan (Tabel 3-16) , mengakibatkan ruang – ruang bangunan di sisi Timur Laut dan Barat Daya mendapatkan pencahayaan alami yang cukup optimal, dan silau dapat diperkecil oleh disain kanopi bangunan pada balkon timur laut maupun barat daya.



Foto 04: Jendela kaca , selain sebagai pencahayaan alami juga sebagai penyaring suara

4.3. TINJAUAN BANGUNAN DARI SEGI AKUSTIK

Sumber Kebisingan pada Gedung Yustinus Unika Soegijapranata adalah kebisingan trafik yang datang dari Jalan Tol dan Jalan Pawiyatan luhur, areal parkir sebelah timur laut dan barat laut bangunan, serta kegaduhan mahasiswa di luar ruang kuliah.

Namun , paralel dengan tujuan penelitian yang berjudul : “ Pengaruh Disain Balkon dan kanopi pada Fasade Bangunan Bertingkat terhadap Pantulan Kebisingan Lingkungan ke Dalam Bangunan “, maka hanya akan dibahas secara detail mengenai sumber kebisingan Jalan Tol dan Sumber Kebisingan Jalan Pawiyatan Luhur. Dan alasan mengenai waktu pelaksanaan eksperimen penelitian yang dilakukan pada hari libur atau hari Minggu, adalah untuk menganulir atau menghilangkan sumber kebisingan lain selain Sumber kebisingan Jalan Tol dan sumber kebisingan Jalan Pawiyatan Luhur. Dengan metode penelitian seperti ini , diharapkan akan didapatkan besar pengaruh kebisingan trafik terhadap tingkat intensitas kebisingan ruang – ruang bangunan Gedung Yustinus – Unika Soegijapranata.

A. Deskripsi Faktor Kebisingan Trafik Jalan Tol Jatingaleh – Krapyak

Trafik jalan raya adalah sumber kebisingan yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan kawasan , terutama bagi fungsi – fungsi bangunan tertentu yang teramat sangat membutuhkan ketenangan . Pada trafik jalan raya, termasuk juga jalan bebas hambatan seperti Jalan Tol, memuat pancaran kebisingan oleh berbagai macam kendaraan, baik truk besar, truk sedang ataupun otomobil. Variasi kebisingan juga ditentukan oleh prosentase kendaraan berat, gradien propagasi, jarak terhadap sumber kebisingan, dan juga efek dari barrier yang berada disepular lokasi jalan (Departemen

PU- Dirjen Jalan Raya, ISEM , 1997-6). Dalam Standar Prosedur Operasi yang dikeluarkan oleh departemen PU, juga diberikan cara- cara ataupun aturan yang memuat usaha peringanan kebisingan pada fasade bangunan.

Untuk itu perlu dipaparkan deskripsi Jalan Tol Jatingaleh – Krapyak, untuk dapat diketahui , seberapa jauh kebisingan yang ditimbulkan oleh Jalan Tol tersebut. Dalam penelitian ini , dibahas kebisingan terhadap bangunan pendidikan , berupa Kampus Universitas Katholik Soegijapranata – Semarang. Oleh karena itu hanya akan dibahas Tingkat Kebisingan Sinambung Setara (*Equivalent Continuous Noise*) untuk siang hari, karena kegiatan pendidikan hanya berlangsung sampai sore hari (jam 17.00). Dibawah ini akan dibicarakan secara berturut – turut mengenai : Volume Trafik Harian Rata – rata, Kecepatan Kendaraan rata – rata , dan Kebisingan Sinambung Setara untuk Siang Hari. Berikut adalah tabel 17 yang berisi hasil observasi lapangan untuk Volume Harian trafik rata-rata, dan tabel 18 yang berisi tentang kecepatan rata-rata.

Tabel 17 : Volume Trafik Harian Rata – rata Jalan Tol Jatingaleh

Hari	Tanggal	Heavy Truck/jam	Medium Truck/jam	Automobil /jam	Total	Ls (dBA)
Senin	17-4-2000	181	175	466	822	87.908
Selasa	18-4-2000	192	181	493	866	88.245
Rabu	19-4-2000	202	146	517	865	87.096
Kamis	20-4-2000	276	171	524	971	90.207
Jum'at	21-4-2000	254	188	537	979	90.809
Sabtu	22-4-2000	224	205	546	975	91.031
Minggu	23-4-2000	192	85	579	856	88.318

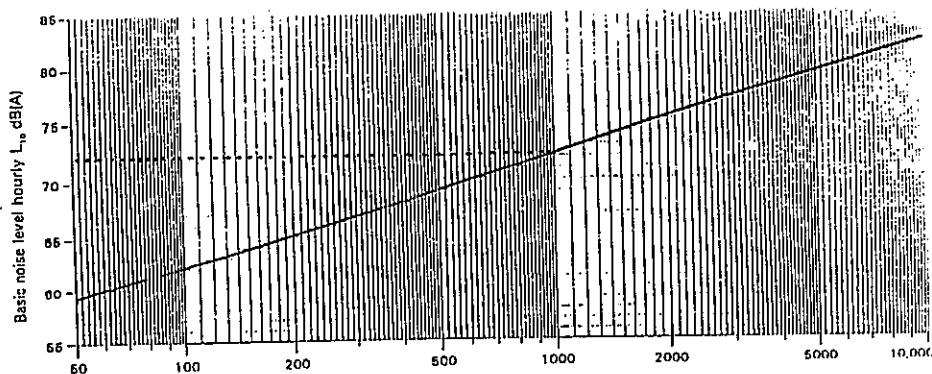
Tabel 18: Tabel Kecepatan Rata-rata Kendaraan di Jalan Tol Jatingaleh

No	Jarak (m)	Waktu (detik)	Kecepatan (km/jam)	Deviasi
1	100	4.50	80.000	22.907
2	100	4.20	85.714	110.259
3	100	4.30	83.721	72.370
4	100	5.10	70.588	0.116
5	100	5.21	69.098	1.323
6	100	4.80	75.000	0.046
7	100	4.70	76.596	1.910
8	100	4.90	73.469	10.377
9	100	5.14	70.039	0.044
10	100	5.16	69.767	0.231
11	100	460	78.261	9.284
12	100	5.12	70.313	0.004
		Rata-rata	75.214	359.088
				5.714

Terlihat pada tabel 18. Bahwa kecepatan rata – rata kendaraan di Jalan Tol adalah 75.214 km/jam \pm 5.714 km/ jam. Dari kecepatan kendaraan itu dapat diketahui ‘ *Basic Noise Level* ‘ (Tingkat Kebisingan Dasar) Tiap jam dan tiap 18 jam atau pada saat ‘ *Peak Hour* ‘. (ISEM – Dept. PU , 1997)

Grafik 08. : *Basic Noise Level* – Tiap Jam
Sumber : Departemen PU, ISEM – 1997

Chart 2 PREDICTION OF BASIC NOISE LEVEL HOURLY L_{10} IN TERMS OF TOTAL HOURLY FLOW q
($V = 75$ km/h, $p = 0$, $G = 0$).

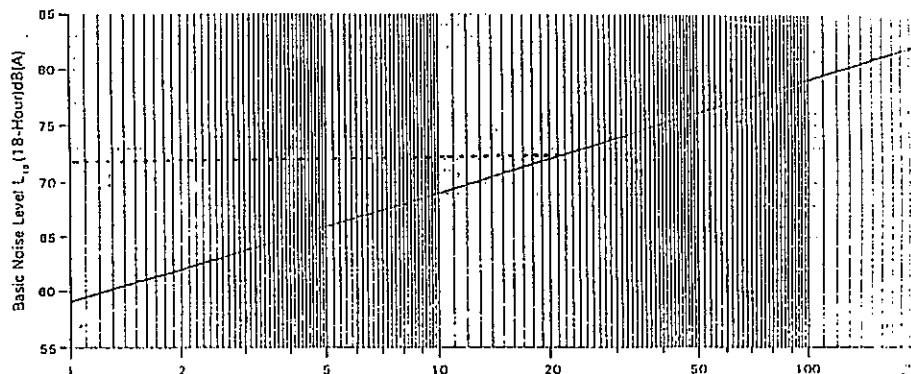


Dari Grafik diketahui bahwa Basis Noise Level berkisar 72 dBA

Grafik 09. : Basic Noise Level – Tiap 18 jam

Sumber : Departemen PU, ISEM – 1997

Chart 3 PREDICTION OF BASIC NOISE LEVEL L_{10} (18 HOUR) IN TERMS OF TOTAL 18-HOUR FLOW
Q (V=75 km/h, p=0, G=0)



Dari Grafik diketahui Basic Noise Level berkisar 72 dBA

B. Deskripsi Faktor Kebisingan Trafik Jalan Pawiyatan Luhur

Tidak berbeda dengan trafik Jalan Tol, trafik di Jalan Pawiyatan Luhurpun memberikan kontribusi kebisingan lingkungan . Bahkan karena jaraknya yang relatif sangat dekat dengan bangunan , maka trafik di Jalan Pawiyatan Luhurpun cukup penting untuk dipertimbangkan. Untuk itu berikut ini akan dideskripsikan variabel – variabel penting dalam kebisingan lingkungan trafik di Jalan Pawiyatan Luhur. Berikut adalah tabel-tabel hasil observasi lapangan untuk Volume trafik rata-rata dan kecepatan rata-rata trafik di Jalan Pawiyatan Luhur.

Tabel 19 : Volume Trafik Harian Rata- rata Jalan Pawiyatan Luhur

Hari	Tanggal	Medium Truck/jam	Automobi l/ jam	Sepeda motor/ jam	Total	Ls (dBA)
Senin	17-4-2000	13	260	979	1272	82.423
Selasa	18-4-2000	15	267	853	1155	83.046
Rabu	19-4-2000	12	276	843	1131	83.518
Kamis	20-4-2000	14	272	882	1168	82.853
Jum'at	21-4-2000	12	291	687	990	81.970
Sabtu	22-4-2000	10	276	701	987	82.890
Minggu	23-4-2000	6	90	345	441	80.913

Tabel 20: Kecepatan Rata – rata Kendaraan di Jalan Pawiyatan Luhur

No	Jarak (m)	Waktu (detik)	Kecepatan (km/jam)	Deviasi
1	100	11.90	30.252	0.050
2	100	11.45	31.441	1.996
3	100	12.20	29.508	0.270
4	100	11.20	32.143	4.471
5	100	12.00	30.000	0.001
6	100	12.20	29.508	0.270
7	100	11.90	30.252	0.050
8	100	11.70	30.769	0.549
9	100	12.50	28.800	1.509
10	100	12.40	29.032	0.992
11	100	12.80	28.125	36.23
12	100	11.80	30.508	0.231
			30.028	14.012
				1.129

Dari tabel 20 diketahui bahwa kecepatan rata- rata kendaraan di Jalan Pawiyatan Luhur adalah : 30.028 km/ jam \pm 1.129 km/jam.

Untuk *Basic Noise Level* didapatkan berdasarkan rumus (14) ; prosentase kendaraan berat adalah 0%, volume trafik (18 jam) harian rata-rata adalah 18.370, maka Perhitungan '*Basic Noise Level (18 hours)*' adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} L_{10(18, jam)} &= 28.1 + 10 \log 18370 \\ &= 28.1 + 42.64 \\ &= 70.74 \text{ dB} \end{aligned}$$

Karena rata-rata kecepatan kendaraan 30.028 km/jam, maka berdasarkan rumus (15) :

$$\begin{aligned} C &= 33 \log \left(v + 40 + \frac{500}{v} \right) + 10 \log \left(1 + \frac{5p}{v} \right) - 68.81 \\ &= 33 \log \left(30.028 + 40 + \frac{500}{30.028} \right) + 10 \log \left(1 + \frac{0}{30.028} \right) - 68.81 \\ &= 33 \log(86.679) + 10 \log 1 - 68.81 \\ &= 63.951179 + 0 - 68.81 \\ &= -4.8588 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\text{Basic Noise Level (18 hours)} = 70.74 - 4.8588 = 65.88 \text{ dB.}$$

Jadi Tingkat Kebisingan Dasar (18 jam), menurut rumus (14) dan (15) adalah sebesar 65.88 dBA.

C. Deskripsi Faktor Propagasi Kebisingan Terhadap Bangunan

Faktor Propagasi Kebisingan Terhadap Bangunan adalah : Jarak Terhadap Sumber Kebisingan, Gradien atau Sudut Propagasi, Efek Barrier (Pepohonan). Berikut ini potongan bangunan terhadap 2 (dua) sumber kebisingan trafik , yaitu jalan Pawiyatan Luhur dan Jalan Tol Jatingaleh – Krapyak.

Gambar 34 : Faktor propagasi suara : Ketinggian bangunan, temperatur, angin, barrier pepohonan, jarak.(Sumber : Gambar kerja Gedung Yustinus)

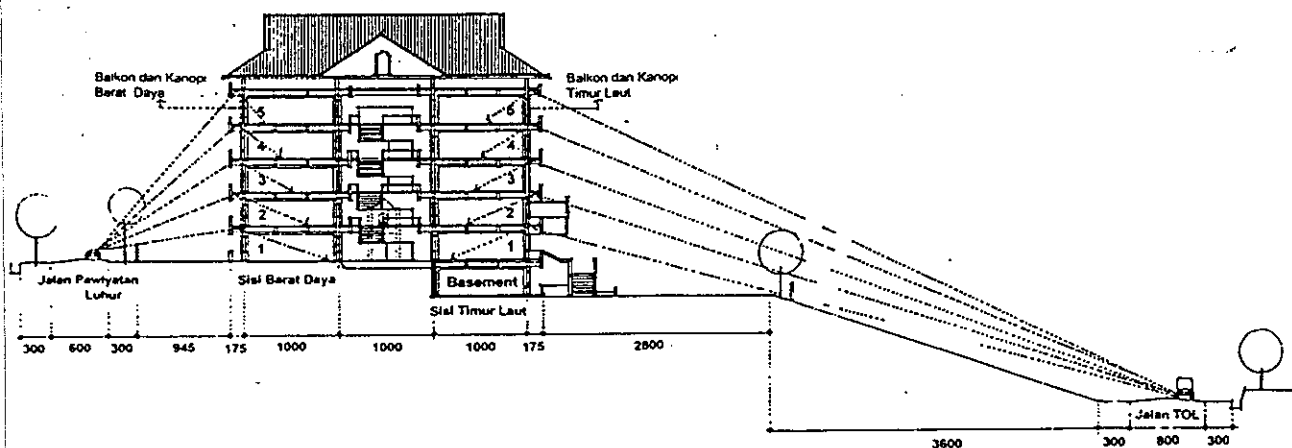


Foto 05 : Pepohonan sebagai penyaring suara pada proses propagasi suara

D. Perhitungan Waktu Dengung Ruangan

Penelitian untuk menguji Hipotesa kedua, dilakukan terhadap ruang – ruang kuliah sebagai berikut :

Tabel 21 : Ruang Kuliah Cuplikan untuk Hipotesa Dua(Sumber : perhitungan peneliti)

Lantai Bangunan	Massa Bangunan Sisi Timur Laut		Massa Bangunan sisi Barat Daya	
	Tanpa absorber	Dengan absorber	Tanpa absorber	Dengan absorber
3	5.3.4	5.3.5	5.3.3	5.3.2
4	5.4.2	5.4.1	5.4.3	5.4.4

Ruang – ruang bangunan pada Lantai 1 dan 5 tidak dapat diambil cuplikan karena pada sisi bangunan baik sisi Timur Laut maupun sisi Barat Daya, tidak memiliki dua ruang kuliah yang identik sama dari segi variabel indikator yang mempengaruhi tingkat intensitas kebisingan di dalam ruang. Sedangkan lantai 2 tidak dapat diambil cuplikan karena tidak memiliki ruang kuliah satupun. Lantai 2, sebagian besar luasan lantai difungsikan untuk ruang – ruang administrasi dan ruang dosen. Kedelapan ruang tersebut terpilih sebagai cuplikan, dengan pertimbangan – pertimbangan bahwa ruang – ruang tersebut memiliki variabel indikator yang sama, atau relatif mendekati , terhadap permasalahan pemantulan kebisingan ke dalam ruang bangunan. Variabel – variabel pengaruh tersebut , adalah :

- a. Volume ruang
- b. Material pembatas ruang
- c. Luasan bidang pembatas ruang
- d. Jarak terhadap sumber kebisingan
- e. Sudut Propagasi



Foto 06 :Bidang pembatas ruang yang berhubungan dengan ruang luar

- f. Bidang bukaan seperti jendela dan pintu serta ventilasi
- g. Kapasitas tempat duduk

Karena bunyi di dalam ruang terdiri dari gabungan 2 (dua) macam bunyi, yaitu : bunyi langsung, bunyi pantul yang berlanjut menjadi bunyi dengung, (Leslie doelle, 1993), maka dirasakan perlu untuk menentukan terlebih dahulu Waktu dengung (Reverberation Time) Ruangan Cuplikan Penelitian. Untuk itu berikut ini akan disajikan Perhitungan Waktu Dengung masing – masing Ruang Kuliah Cuplikan , berturut – turut : 5.4.1 , 5.4.2 , 5.4.3 , 5.4.4 , 5.3.2 , 5.3.3 , 5.3.4 , dan 5.3.5.



Foto 07: Pintu Ruang 5.4.4



Foto 08: Material kaca pada pembatas ruang

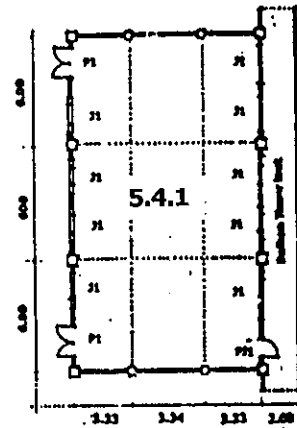


Foto 09 : Suasana Ruang Kuliah 5.4.1

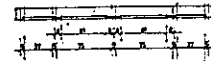
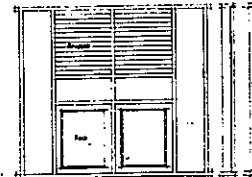
**Tabel 22 :PERHITUNGAN WAKTU DENGUNG (REVERBERATION TIME)
RUANG 5.4.1.**

$$\begin{aligned} \text{Volume Ruang} &= \text{Volume Ruang} - \text{Volume balok} \\ &= (10 \times 18 \times 4,15) - (2,4 + 6,72) \\ &= 747 - 9,12 = 737,88 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

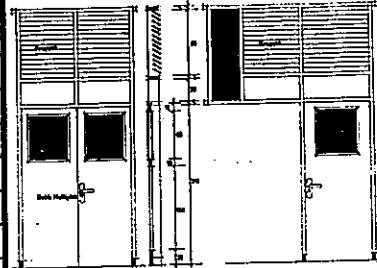
No	MATERIAL	Luas (m ²)	Koefisien Absorpsi	Total Absorpsi			
1	DINDING						
a	Dinding Timur Laut						
*	Dinding 1/2 batu	41.7000	0.02	0.8340			
*	Daun jendela dan pintu	3.8600	0.10	0.3860			
*	kosen pintu dan jemdela	5.5870	0.10	0.5587			
*	Kaca 3 mm	20.5055	0.03	0.6152			
*	Lubang udara/ventilasi	3.6600	1.00	3.6600			
*	Kolom beton	5.9040	0.31	1.8302			
b	Dinding Barat Daya						
*	Dinding 1/2 batu	41.1450	0.02	0.8229			
*	Daun jendela dan pintu	7.0400	0.10	0.7040			
*	Kosen pintu dan jendela	5.2150	0.10	0.5215			
*	Kaca 3 mm	27.7460	0.03	0.8324			
*	Lubang udara/ventilasi	3.6000	1.00	3.6000			
*	Kolom beton	5.9040	0.31	1.8302			
c	Dinding Tenggara						
*	Dinding 1/2 batu	35.3250	0.02	0.7065			
*	Dinding kayu/partisi	6.1750	0.10	0.6175			
d	Dinding Barat Laut						
*	Dinding 1/2 batu	5.0000	0.02	0.1000			
*	Dinding kayu/partisi	36.5000	0.10	3.6500			
2	LANTAI						
	Ubin PC abu-abu	180.0000	0.03	5.4000			
3	PLAFOND						
*	Plafond exposed beton	180.0000	0.02	3.6000			
4	Kursi	110.0000	0.16	17.6000			
5	Meja	55.0000	0.16	8.8000			
6	Mahasiswa						
*	Penuh (110 orang)	110.0000	0.44	48.4000			
*	2/3 penuh (74 orang)	74.0000	0.44	32.5600			
*	Penelitian (hari libur)	1.0000	0.44	0.4400			
	Total Luas	614.867					
			penuh	105.0691	0.17088	115.091600	1.03221
			2/3penuh	89.2291	0.14512	96.2988949	1.23365
			penelitian	57.1091	0.09288	59.8705803	1.98426



DENAH

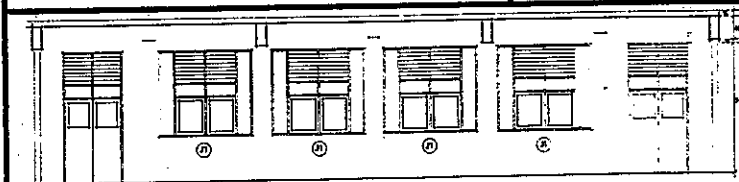
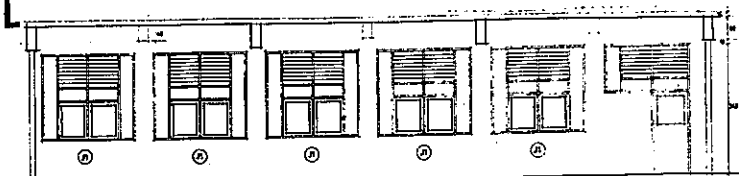


DETAIL J1



DETAIL P1

DETAIL P2

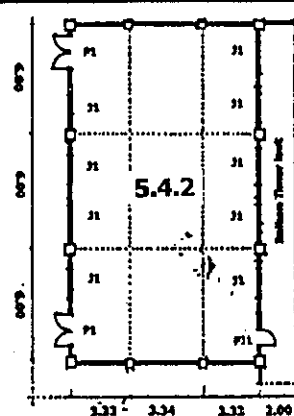
POTONGAN
DINDING BARAT DAYAPOTONGAN
DINDING TIMUR LAUT

Tabel 23 : PERHITUNGAN WAKTU DENGUNG (REVERBERATION TIME)

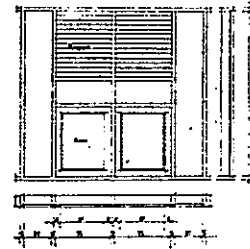
RUANG 5.4.2.

$$\begin{aligned} \text{Volume Ruang} &= \text{Volume Ruang} - \text{Volume balok} \\ &= (10 \times 18 \times 4,15) - (2,4 + 6,72) \\ &= 747 - 9,12 = 737,88 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

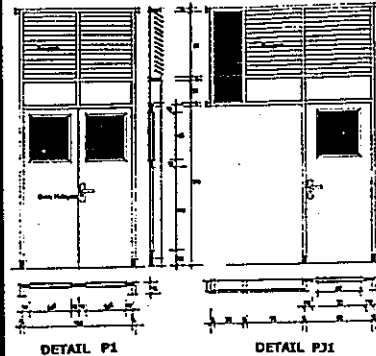
No	MATERIAL	Luas (m2)	Koefisien Absorbsi	Total Absorbsi			
1	DINDING						
a	Dinding Timur Laut						
*	Dinding 1/2 batu	41.7000	0.02	0.8340			
*	Daun jendela dan pintu	3.8600	0.10	0.3860			
*	kosen pintu dan jemdela	5.5870	0.10	0.5587			
*	Kaca 3 mm	20.5055	0.03	0.6152			
*	Lubang udara/ventilasi	3.6600	1.00	3.6600			
*	Kolom beton	5.9040	0.31	1.8302			
b	Dinding Barat Daya						
*	Dinding 1/2 batu	41.1450	0.02	0.8229			
*	Daun jendela dan pintu	7.0400	0.10	0.7040			
*	Kosen pintu dan jendela	5.2150	0.10	0.5215			
*	Kaca 3 mm	27.7460	0.03	0.8324			
*	Lubang udara/ventilasi	3.6000	1.00	3.6000			
*	Kolom beton	5.9040	0.31	1.8302			
c	Dinding Tenggara						
*	Dinding 1/2 batu	5.0000	0.02	0.1000			
*	Dinding kayu/partisi	36.5000	0.10	3.6500			
d	Dinding Barat Laut						
*	Dinding 1/2 batu	41.5000	0.02	0.8300			
2	LANTAI						
	Ubin PC abu-abu	180.0000	0.03	5.4000			
3	PLAFOND						
	Plafond Exposed Beton	180.0000	0.02	3.6000			
4	Kursi	110.0000	0.16	17.6000			
5	Meja	55.0000	0.16	8.8000			
6	Mahasiswa						
*	Penuh (110 orang)	110.0000	0.44	48.4000			
*	2/3 penuh (74 orang)	74.0000	0.44	32.5600			
*	Penelitian(harilibur)	1.0000	0.44	0.4400			
	total Luas	614.867			a	RT	
			penuh	104.5751	0.170078	114.4967	1.037573
			2/3penuh	88.7351	0.144316	95.72196	1.241081
			penelitian	56.6151	0.092077	59.32685	2.002444



DENAH

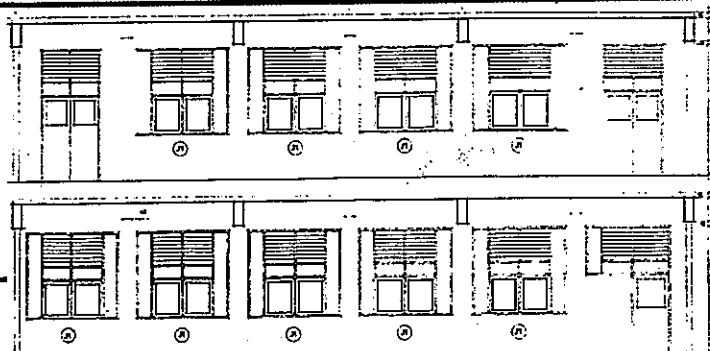


DETAIL J1



DETAIL P1

DETAIL P2



POTONGAN DINDING BARAT DAYA

POTONGAN DINDING TIMUR LAUT

Perbandingan Waktu Dengung (Reverberation Time) antara Ruang Kuliah 5.4.1 dan Ruang Kuliah 5.4.2

Perhitungan Waktu Dengung Ruang Kuliah 5.4.1

$$\begin{aligned}\bar{\alpha} &= \frac{S_1\alpha + S_2\alpha_{21} + \dots + S_n\alpha_n + (m.S\alpha_m)}{S_1 + S_2 + \dots + S_n} \\ &= \frac{57.1091}{614.867} \\ \bar{\alpha} &= 0.09288\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}a &= S[-2.3\log(1-\bar{\alpha})] \\ &= 614.867[-2.3\log(1-0.09288)] \\ &= 614.867[-2.3 \times -0.04233544] \\ &= 614.8665 \times 0.097371531 \\ &= 59.8705803\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}RT &= \frac{0.161 \times 737.88}{59.8705803} \\ &= 1.98426\text{detik}\end{aligned}$$

Perhitungan Waktu Dengung Ruang Kuliah 5.4.2

$$\begin{aligned}\bar{\alpha} &= \frac{S_1\alpha + S_2\alpha_{21} + \dots + S_n\alpha_n + (m.S\alpha_m)}{S_1 + S_2 + \dots + S_n} \\ &= \frac{56.6151}{614.867} \\ \bar{\alpha} &= 0.092077\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}a &= S[-2.3\log(1-\bar{\alpha})] \\ &= 614.867[-2.3\log(1-0.092077)] \\ &= 614.867[-2.3 \times -0.04195096] \\ &= 614.867 \times 0.096487227 \\ &= 59.32685\end{aligned}$$

$$RT = \frac{0.161 \times 737.88}{59.32676342}$$

$$= 2.002444 \text{ detik}$$

Selisih RT 542 dan RT 541 = $2.002444 - 1.98426 = 0.018184$ detik, atau 0.9 %.

Maka Ruang Kuliah 5.4.2 perlu ditambah 3 kursi sehingga selisih total absorpsi kedua ruang kuliah mendekati nol (lihat tabel 25)

Dengan menambah 3 kursi, maka Total absorpsi ruang 5.4.2 menjadi :

$$\sum S_n \alpha_n = 56.6151 + 3(0.16)$$

$$= 57.0951$$

$$\bar{\alpha} = \frac{57.0951}{614.867} = 0.092858$$

$$a = 614.867[-2.3 \times -0.04232454]$$

$$= 59.85516$$

$$RT = \frac{0.161 \times 737.88}{59.85516}$$

$$RT = 1.984769 \text{ detik}$$

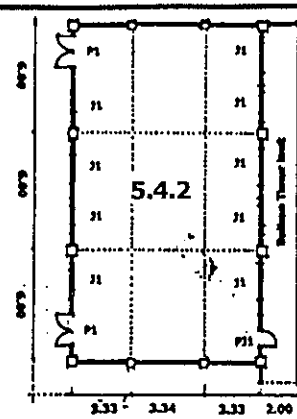
Sekarang, selisih RT542 dan RT541 = $1.984769 - 1.98426 = 0.000509$

Atau 0.026 %, jadi RT542 dan RT541 dapat dikatakan sama.

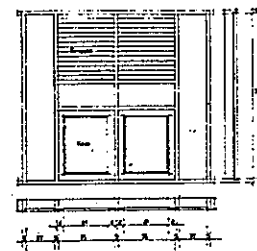
Penghitungan Waktu Dengung untuk Ruang 5.4.2, dalam upaya untuk menyamakan dengan Waktu dengung (RT) ruang 5.4.1 , dapat dilihat pada tabel 24.

**Tabel 24 :PERHITUNGAN WAKTU DENGUNG RUANG 5.4.2.
DIKONDISIKAN SAMA DENGAN RT. RUANG 5.4.1**

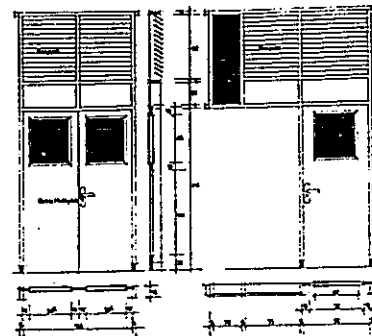
No	MATERIAL	Luas (m2)	Koefisien Absorbpsi	Total Absorbpsi			
1	DINDING						
a	Dinding Timur Laut						
*	Dinding 1/2 batu	41.7000	0.02	0.8340			
*	Daun jendela dan pintu	3.8600	0.10	0.3860			
*	kosen pintu dan jemdela	5.5870	0.10	0.5587			
*	Kaca 3 mm	20.5055	0.03	0.6152			
*	Lubang udara/ventilasi	3.6600	1.00	3.6600			
*	Kolom beton	5.9040	0.31	1.8302			
b	Dinding Barat Daya						
*	Dinding 1/2 batu	41.1450	0.02	0.8229			
*	Daun jendela dan pintu	7.0400	0.10	0.7040			
*	Kosen pintu dan jendela	5.2150	0.10	0.5215			
*	Kaca 3 mm	27.7460	0.03	0.8324			
*	Lubang udara/ventilasi	3.6000	1.00	3.6000			
*	Kolom beton	5.9040	0.31	1.8302			
c	Dinding Tenggara						
*	Dinding 1/2 batu	5.0000	0.02	0.1000			
*	Dinding kayu/partisi	36.5000	0.10	3.6500			
d	Dinding Barat Laut						
*	Dinding 1/2 batu	41.5000	0.02	0.8300			
2	LANTAI						
	Ubin PC abu-abu	180.0000	0.03	5.4000			
3	PLAFOND						
	Plafond Exposed Beton	180.0000	0.02	3.6000			
4	Kursi						
	tambah kursi 3	3.0000	0.16	0.4800			
5	Meja	55.0000	0.16	8.8000			
6	Mahasiswa						
*	Penuh (110 orang)	110.0000	0.44	48.4000			
*	2/3 penuh (74 orang)	74.0000	0.44	32.5600			
*	Penelitian(harilibur)	1.0000	0.44	0.4400			
	Total Luas	614.867					
			penuh	105.0551	0.170858	115.0747	1.032361
			2/3penuh	89.2151	0.145097	96.28254	1.233855
			penelitian	57.0951	0.092858	59.85516	1.984769



DENAH

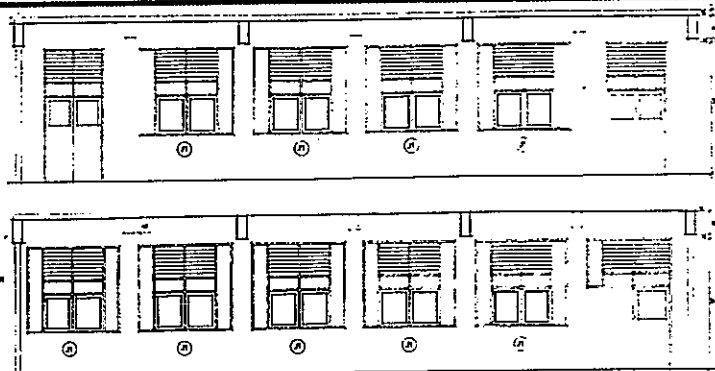


DETAIL J1



DETAIL P1

DETAIL P11

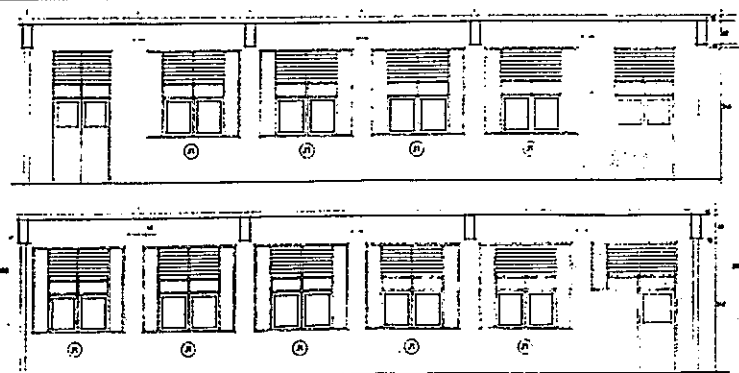
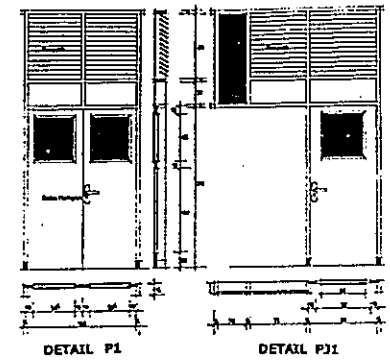
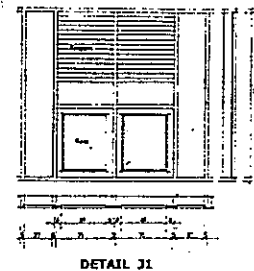
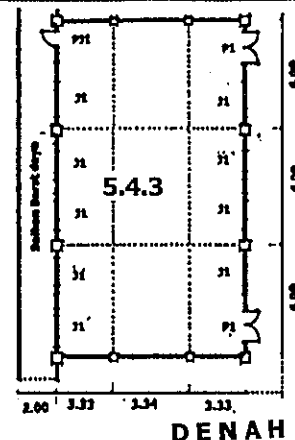
POTONGAN
DINDING BARAT DAYAPOTONGAN
DINDING TIMUR LAUT

Tabel 25 :PERHITUNGAN WAKTU DENGUNG (REVERBERATION TIME)

RUANG 5.4.3.

$$\begin{aligned} \text{Volume Ruang} &= \text{Volume Ruang} - \text{Volume balok} \\ &= (10 \times 18 \times 4,15) - (2,4 + 6,72) \\ &= 747 - 9,12 = 737,88 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

No	MATERIAL	Luas (m2)	Koefisien Absorpsi	Total Absorpsi			
1	DINDING						
a	Dinding Timur Laut						
*	Dinding 1/2 batu	41.1450	0.02	0.8229			
*	Daun jendela dan pintu	7.0400	0.10	0.7040			
*	kosen pintu dan jendela	5.2150	0.10	0.5215			
*	Kaca 3 mm	27.7460	0.03	0.8324			
*	Lubang udara/ventilasi	3.6000	1.00	3.6000			
*	Kolom beton	5.9040	0.31	1.8302			
b	Dinding Barat Daya						
*	Dinding 1/2 batu	41.7000	0.02	0.8340			
*	Daun jendela dan pintu	3.8600	0.10	0.3860			
*	Kosen pintu dan jendela	5.5870	0.10	0.5587			
*	Kaca 3 mm	20.5055	0.03	0.6152			
*	Lubang udara/ventilasi	3.6600	1.00	3.6600			
*	Kolom beton	5.9040	0.31	1.8302			
c	Dinding Tenggara						
*	Dinding 1/2 batu	5.0000	0.02	0.1000			
*	Dinding kayu/partisi	36.5000	0.10	3.6500			
d	Dinding Barat Laut						
*	Dinding 1/2 batu	35.3250	0.02	0.7065			
*	Dinding kayu/partisi	6.1750	0.10	0.6175			
	LANTAI						
	Ubin PC abu-abu	180.0000	0.03	5.4000			
3	PLAFON						
	Plafond Exposed Beton	180.0000	0.02	3.6000			
4	Kursi	110.0000	0.16	17.6000			
5	Meja	55.0000	0.16	8.8000			
6	Mahasiswa						
*	Penuh	110.0000	0.44	48.4000			
*	2/3 Penuh	74.0000	0.44	32.5600			
*	Penelitian(hari libur)	1.0000	0.44	0.4400			
	Total Luas	614.867	penuh	105.0691	0.1708812	115.0916	1.03220982
			2/3penuh	89.2291	0.1451195	96.298895	1.23364531
			penelitian	57.1091	0.0928805	59.87058	1.98425803



Perbandingan Waktu Dengung (Reverberation Time) antara Ruang Kuliah 5.4.3 dan Ruang Kuliah 5.4.4

Perhitungan Waktu Dengung Ruang Kuliah 5.4.3

$$\begin{aligned}\bar{\alpha} &= \frac{S_1\alpha + S_2\alpha_{21} + \dots + S_n\alpha_n + (m.S\alpha_m)}{S_1 + S_2 + \dots + S_n} \\ &= \frac{57.1091}{614.867} \\ \bar{\alpha} &= 0.0928805\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}a &= S[-2.3\log(1-\bar{\alpha})] \\ &= 614.867[-2.3\log(1-0.0928805)] \\ &= 614.867[-2.3 \times -0.04233544] \\ &= 614.867 \times 0.097371531 \\ &= 59.87058\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}RT &= \frac{0.161 \times 737.88}{59.87058} \\ &= 1.98425803\end{aligned}$$

Perhitungan Waktu Dengung Ruang Kuliah 5.4.4

$$\begin{aligned}\bar{\alpha} &= \frac{S_1\alpha + S_2\alpha_{21} + \dots + S_n\alpha_n + (m.S\alpha_m)}{S_1 + S_2 + \dots + S_n} \\ &= \frac{59.5351}{614.867} \\ \bar{\alpha} &= 0.0968260\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}a &= S[-2.3\log(1-\bar{\alpha})] \\ &= 614.867[-2.3\log(1-0.0968260)] \\ &= 614.867[-2.3 \times -0.04422855] \\ &= 614.867 \times 0.101725684 \\ &= 62.5478013\end{aligned}$$

$$RT = \frac{0.161 \times 737.88}{62.5477155}$$

$$= 1.90932884 \text{ detik}$$

Selisih RT 543 dan RT 544 = 1.98425803 - 1.8993262 = 0.08493183 detik, atau 4.47 %

Agar mempunyai RT yang mendekati sama, maka Ruang Kuliah 5.4.3 perlu ditambah 15 kursi sehingga selisih total absorpsi kedua ruang kuliah mendekati nol. (lihat tabel 27)

Dengan menambah 15 kursi, maka Total absorpsi ruang 5.4.3 menjadi :

$$\sum S_n \alpha_n = 57.1091 + 15(0.16)$$

$$= 59.5091$$

$$\bar{\alpha} = \frac{59.5091}{614.867} = 0.0967838$$

$$a = 614.867[-2.3 \times -0.04386427]$$

$$= 62.51905$$

$$RT = \frac{0.161 \times 737.88}{62.51905}$$

$$RT = 1.90019971$$

Sekarang, selisih RT543 dan RT544 = 1.90019971 - 1.8993262 = 0.00087351 detik, atau 0.04 %, jadi RT544 dan RT543 dapat dikatakan sama.

Penghitungan Waktu Dengung untuk Ruang 5.4.3, dalam upaya untuk menyamakan dengan Waktu dengung (RT) ruang 5.4.4, dapat dilihat pada tabel 27.

Dari uraian dan perhitungan di atas, dapatlah disimpulkan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 28 : Waktu Dengung Ruang Kuliah cuplikan Hipotesa Dua

Lantai	Sisi Bangunan Timur Laut		Sisi Bangunan Barat Daya	
	Ruang	Waktu Dengung	Ruang	Waktu Dengung
3	5.3.4 + 3 kursi	1.984769	5.3.2	1.89932620
	5.3.5	1.984260	5.3.3 + 15 kursi	1.90019971
4	5.4.1	1.984260	5.4.3 + 15 kursi	1.90019971
	5.4.2 + 3 kursi	1.984769	5.4.4	1.89932620

Sumber : Observasi lapangan, perhitungan peneliti

Dari tabel di atas, dapat dibaca secara jelas, bahwa dua ruang identik sama yang berdampingan, pada sisi massa bangunan yang sama, memiliki Waktu Dengung yang tidak sama persis tetapi dapat dianggap sama, karena hanya memiliki selisih angka 0.026 % sampai dengan 0.04 %. Sebagai contoh, dalam tabel terbaca pada kolom ke 3, baris ke 3 dan 4, yaitu ruang 5.3.4 dan 5.3.5, memiliki Waktu dengung yang mendekati sama, setelah pada ruang 5.3.4 ditambahkan 3 kursi sebagai upaya untuk mempersamakan besar Waktu Dengung ke dua ruangan.

4.4. HASIL PENELITIAN

Hasil Penelitian yang berjudul : “ Pengaruh Disain Balkon dan Kanopi pada Bangunan Bertingkat terhadap Pantulan Kebisingan Lingkungan ke Dalam Ruang Bangunan “ ini, sesuai dengan Kerangka Alur Penelitian, akan terdiri dari :

- A. Hasil Penelitian Untuk Uji Hipotesa Satu
- B. Hasil Penelitian Untuk uji Hipotesa Dua

C. Hasil Penelitian Untuk Analisis Kualitatif

Untuk itu akan dibahas satu – persatu, hasil – hasil penelitian tersebut ke dalam uraian dandidukung oleh tabel – tabel hasil pengukuran sebagai berikut :

A. Metode dan Hasil Penelitian Untuk Uji Hipotesa Satu

Hasil Penelitian dicapai , melalui serangkaian kegiatan penelitian seperti : penetapan cuplikan , penetapan cara penelitian, dan penetapan rumus yang dipakai. Untuk itu perlu diuraikan satu persatu , kegiatan penelitian tersebut dalam mencapai hasil penelitian :

1. Penetapan Cuplikan

Di dalam Metode Penelitian, Bab III, telah diuraikan bahwa berdasarkan pertimbangan bentuk massa bangunan , yaitu massa bangunan sisi Timur Laut dan Barat Daya , maka pengelompokan ruangpun dapat dibagi dari kedua sisi massa bangunan tersebut.

Dan berdasarkan jumlah lantai bangunan maka , dari 2 (dua) pengelompokan tersebut dapat diperbanyak cuplikan untuk Uji Hipotesa Satu menjadi 1 (satu) ruang untuk tiap lantai untuk tiap sisi bangunan. Dan dari tabel 7 , yang terdapat pada Bab III , telah diketahui jumlah cuplikan tersebut, yaitu 10 cuplikan ruang bangunan.



Foto 10 : Salah satu Ruang Kuliah cuplikan- Ruang 5.5.2

Dari cuplikan massa bangunan tersebut , diperjelas dalam Sub bab : Hasil Penelitian ini dengan kode nomor ruang , dalam bentuk tabel hasil observasi lapangan sebagai berikut :

Tabel 29 : Kode Nomor Ruang Kuliah Cuplikan – Uji Hipotesa Satu
Sumber : Observasi Lapangan

Lantai	Kelompok Sisi Timur Laut	Kelompok Sisi Barat Daya	Jumlah
1	5.1.6	5.1.0	2
2	5.2.9	5.2.2	2
3	5.3.4	5.3.3	2
4	5.4.2	5.4.3	2
5	5.5.3	5.5.2	2
Jumlah	5	5	10



Foto 11 : Salah satu Ruang Kuliah Cuplikan-Ruang 5.4.2

2. Cara Penelitian

Penelitian untuk menguji Hipotesa Satu Penelitian ini, dilaksanakan dengan cara mengukur secara bersama- sama Tingkat Intensitas Kebisingan , pada :

- a. Ruang Bangunan (berdasarkan tabel 30), 5 ruang pada masing – masing lantai sisi Timur Laut dan 5 ruang pada masing – masing lantai sisi Barat Daya.

- b. Jalan Tol Jatingaleh – Krpyak
- c. Jalan Pawiyatan Luhur
- d. Parkir sebelah Timur Laut Bangunan, untuk mengetahui Tingkat Propagasi suara dari jalan Tol.

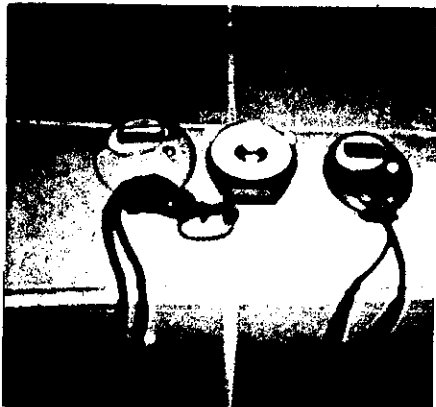


Foto 12: Alat pengukur waktu-Stopwatch

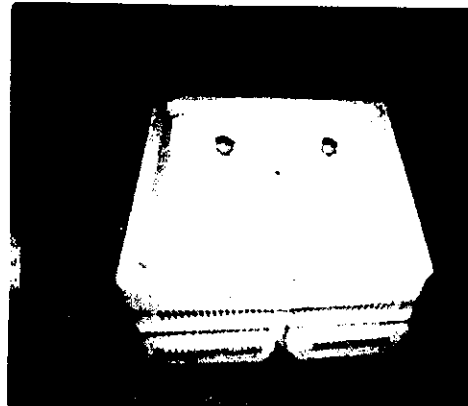


Foto 13: Three In One Termometer, Barometer, Hygrometer

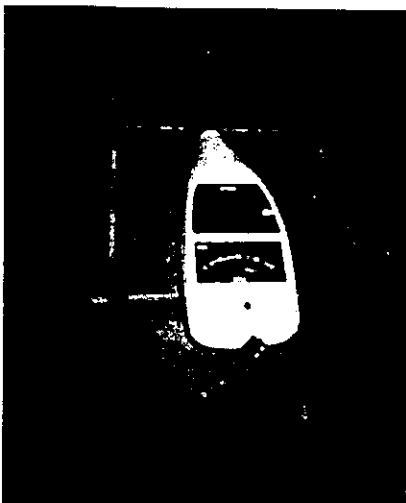


Foto 14: Sound Level Meter(D)-Merk RION-NA 14

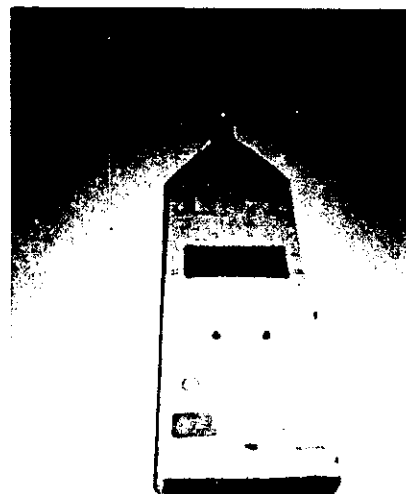


Foto 15: Sound Level Meter(B)-Merk Bruer & Kjaer, kalibrasi oleh Puslitbang LIPI

Sedangkan tenaga yang terlibat dalam eksperimen penelitian Uji Hipotesa Dua ini berjumlah 7 (tujuh) orang, dengan perincian sebagai berikut :

- a. 2 orang mengukur Tingkat Intensitas Bunyi di Jalan Tol
- b. 2 orang mengukur Tingkat Intensitas Bunyi di Jalan Pawiyatan Luhur
- c. 2 orang mengukur Tingkat Intensitas Bunyi di dalam Ruang bangunan
- d. 1 orang mengukur Tingkat Intensitas Bunyi di areal parkir, sebelah Timur Laut Bangunan.

3. Rumus Yang Digunakan

Data- data pengukuran yang didapat dilapangan , sebagian ada yang dapat langsung digunakan , namun ada pula yang harus diolah kembali dengan penghitungan – penghitungan . Adapun rumus- rumus yang digunakan dalam Uji Hipotesa Satu ini ialah :

- a. Tingkat Intensitas Kebisingan Ekivalen Ruang

Rumus yang digunakan adalah :

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{N} \sum n_i \cdot 10^{0,1L_i} \text{ (dBA)}$$

- b. Tingkat Intensitas Kebisingan Ekivalen untuk Trafik

Rumus yang digunakan adalah :

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{60} \sum n_i \cdot 10^{0,1L_i} \text{ (dBA)}$$

- c. Tingkat Intensitas Kebisingan Ekivalen untuk Tempat Parkir

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{N} \sum n_i \cdot 10^{0,1L_i} \text{ (dBA)}$$

- d. Tingkat Kebisingan Rata-rata \pm Standar Deviasi (L terbaik)

$$L_{\text{terbaik}} = \frac{\sum L_i}{n} \pm \sqrt{\frac{\sum (L_i - \bar{L})^2}{n(n-1)}} \quad (\text{dBA})$$

- e. Tingkat Intensitas Kebisingan dalam Jarak

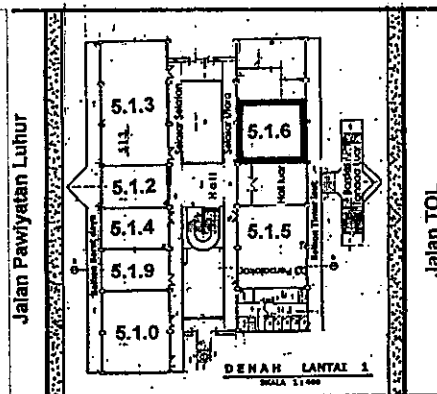
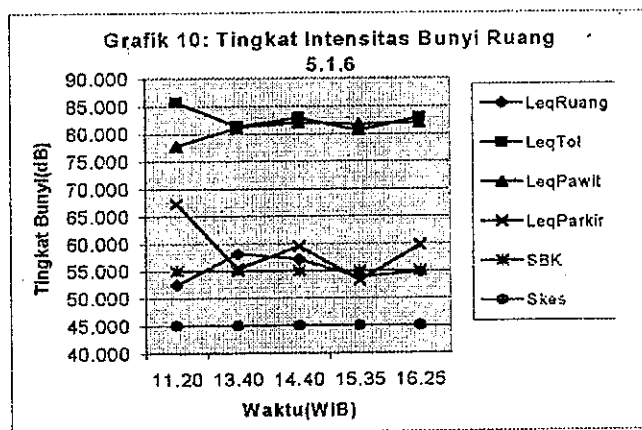
$$L_2 = L_1 - 10 \log \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^2 \quad (\text{dBA})$$

4. Tabulasi Hasil Penelitian

Berikut ini akan dideskripsikan Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Kebisingan untuk tiap ruang , dalam bentuk tabel – tabel , yaitu dari tabel 30 sampai dengan tabel 39, sebagai berikut :

**TABEL 30 : TINGKAT INTENSITAS BUNYI
RUANG 5.1.6 (lihat lamp.5 tabel no.09)**

	11.20	13.40	14.40	15.35	16.25
LeqRuang	52.500	58.160	57.130	53.850	54.760
LeqTol	85.750	81.310	82.850	80.510	82.920
LeqPawit	77.680	81.120	81.920	81.670	81.970
LeqParkir	67.318	55.330	59.488	53.170	59.677
SBK	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
Skas	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00



**Gambar 35:
Letak Ruang 5.1.6**

Terhadap Baku Tingkat Kebisingan Kawasan :

Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.1.6 mengalami kenaikan yang sangat mencolok pada jam 13.40 sampai dengan 14.40 dengan angka 58,16 dan 57,13 dB , sedangkan pada jam 11.20 dan lewat jam tengah hari yaitu jam 15.35 dan 16.25 , Tingkat Intensitas Bunyi Ruang masih di bawah Baku Tingkat Kebisingan Kawasan (< 55 dB)

Terhadap Tingkat Kebisingan Yang Diperbolehkan Bagi Kesehatan

Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.1.6, sudah masuk pada kriteria : “ Harus dilakukan perlindungan pendengaran karena mengganggu kegiatan (45 dB)”

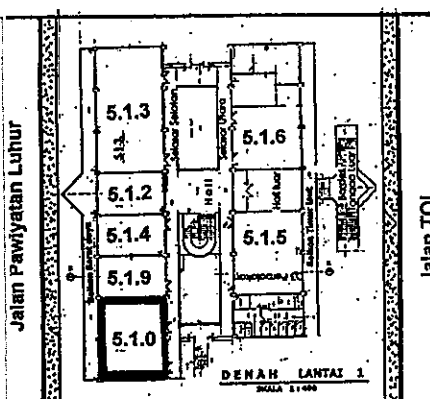
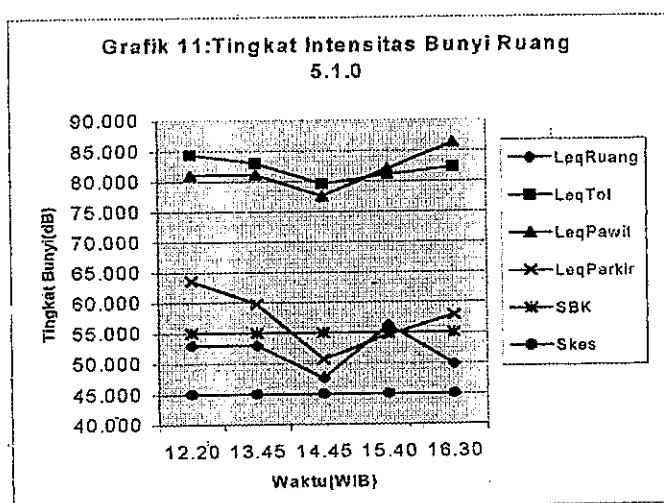
Kondisi Umum

Pada jam 11.20, terjadi kurva tingkat intensitas bunyi yang berlawanan antara Jalan Tol dan Ruang, ternyata arah angin berlawanan dengan bangunan, yaitu ke arah timur laut.

Tingkat Intensitas Bunyi areal parkir berubah secara linier terhadap tingkat Intensitas Bunyi Jalan Tol. Perubahan Tingkat Intensitas Bunyi Jalan Pawiyatan sebanding dengan perubahan tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.1.6.

**TABEL 31 : TINGKAT INTENSITAS BUNYI
RUANG 5.1.0 (lihat lamp.5 tabel no.10)**

	12.20	13.45	14.45	15.40	16.30
LeqRuang	52.930	52.930	47.600	56.150	49.800
LeqTol	84.360	82.960	79.560	81.050	82.250
LeqPawit	81.020	81.090	77.520	82.030	86.310
LeqParkir	63.565	59.785	50.605	54.628	57.868
SBK	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
Skas	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00



Gambar 36:
Letak Ruang 5.1.0

Terhadap Baku Tingkat Kebisingan Kawasan

Tingkat Intensitas Bunyi yang ditunjukkan oleh Ruang 5.1.0 pada grafik, relatif masih di bawah baku Tingkat Kebisingan Kawasan (55 dB), kecuali pada jam 15.40 , yang menunjukkan angka 56.16 dB, hanya 1.56 dB di atas standar Baku Tingkat Kebisingan.

Terhadap Tingkat Kebisingan Yang Diperbolehkan Bagi Kesehatan

Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.1.0, sudah memasuki kriteria : “ Harus dilakukan perlindungan pendengaran, karena mengganggu kegiatan belajar (45 dB)

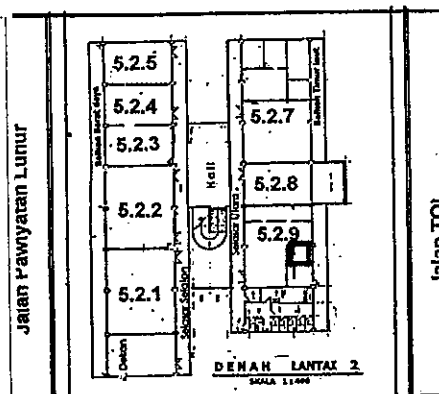
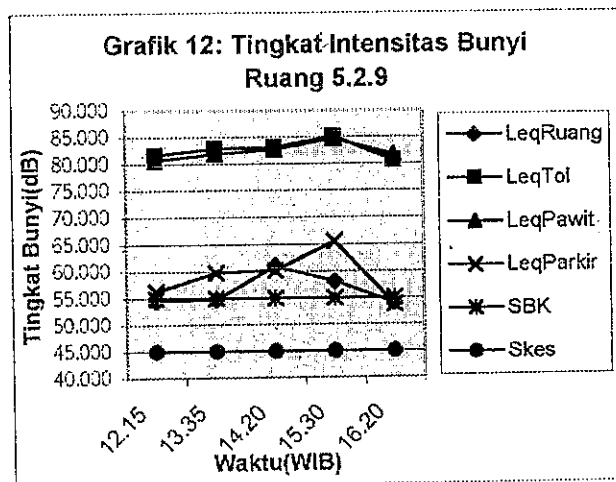
Kondisi Umum

Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.1.0 menunjukkan perubahan yang sebanding dengan perubahan tingkat intensitas bunyi jalan Tol dan Jalan Pawiyatan Luhur. Kedua jalan mempengaruhi bunyi Ruang mengingat letak ruang sedemikian rupa (lihat denah), sehingga tingkat intensitas bunyi dari Jalan Tol masuk ke dalam bangunan.

Tingkat Intensitas Bunyi Ruang , maupun trafik dan areal parkir relatif menunjukkan angka yang tinggi pada saat jam 12.20. Pada jam tersebut, tidak hanya pada hari libur, menunjukkan jam-jam sibuk trafik. Dan tingkat intensitas bunyi trafik tersebut mempengaruhi ruang dengan kenaikan tingkat intensitas bunyi yang cukup signifikan pada ruang 5.1.0.

**TABEL 32 : TINGKAT INTENSITAS BUNYI
RUANG 5.2.9 (lihat lamp.5 Tabel no.12)**

	12.15	13.35	14.20	15.30	16.20
LeqRuang	54.520	54.730	61.000	58.090	53.950
LeqTol	81.670	82.940	83.110	85.110	80.730
LeqPawit	80.760	81.890	82.690	84.690	81.750
LeqParkir	56.302	59.731	60.190	65.590	53.764
SBK	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
Skas	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00



**Gambar 37:
Letak Ruang 5.2.9**

Terhadap Baku Tingkat kebisingan Kawasan

Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.2.9, seperti yang ditunjukkan oleh grafik, rata-rata sudah melebihi Baku Tingkat Kebisingan Kawasan (55 dB). Oleh karena itu Ruang 5.2.9 sudah dapat dikategorikan ruang yang 'Bising'

Terhadap Tingkat Kebisingan Yang Diperbolehkan Bagi Kesehatan

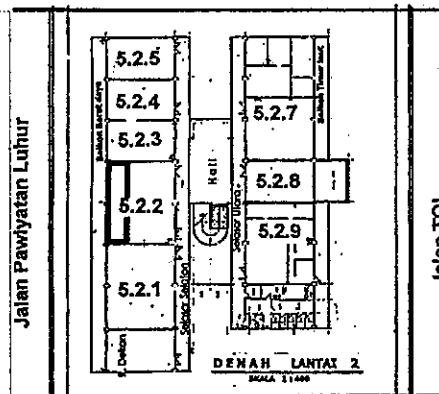
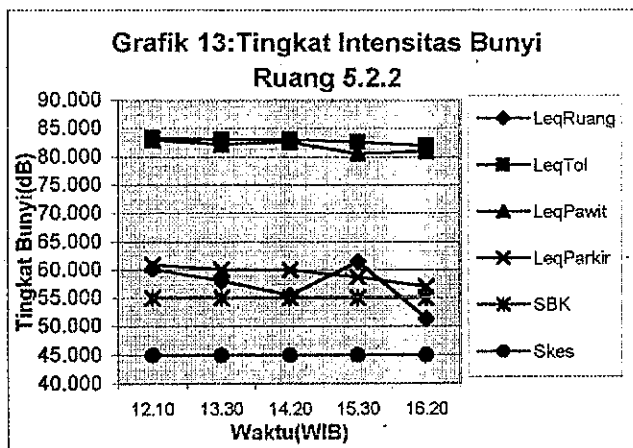
Berdasarkan Tingkat Intensitas Bunyi yang ditunjukkan oleh grafik, maka Ruang 5.2.9 dapat dikategorikan dalam : " Perlu dilakukan perlindungan pendengaran, karena mengganggu kegiatan (45 dB).

Kondisi Umum

Tingkat Intensitas Bunyi di dalam Ruang menunjukkan puncaknya pada jam 14.20. Pada areal parkir sedikit menunjukkan penyimpangan dibandingkan dengan tingkat intensitas bunyi di Jalan Tol, disebabkan oleh arah angin yang searah dengan propagasi bunyi dari Jalan Tol pada jam-jam 14.20 – 15.30.

**TABEL 33 : TINGKAT INTENSITAS BUNYI
RUANG 5.2.2 (lihat lamp.05, tabel no 11)**

	12.10	13.30	14.20	15.30	16.20
LeqRuang	60.130	58.000	55.480	61.480	51.390
LeqTol	83.370	83.080	83.040	82.550	81.920
LeqPawit	82.930	82.250	82.560	80.510	80.950
LeqParkir	60.892	60.109	60.001	58.678	56.977
SBK	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
Skese	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00



**Gambar 38:
Letak Ruang 5.2.2**

Terhadap Baku Tingkat Kebisingan Kawasan

Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.2.2, dari jam 12.10 sampai dengan 15.30 menggambarkan angka di atas Baku Tingkat Kebisingan Kawasan, yaitu 55.48 – 61.48 dB. Sedangkan pada jam 16.20 mengalami penurunan dengan tingkat Intensitas Bunyi sebesar 51.39 dB.

Terhadap Tingkat Kebisingan Yang Diperbolehkan Bagi Kesehatan

Tingkat Intensitas Bunyi di dalam Ruang 5.2.2 sudah menunjukkan kriteria : “ Harus dilakukan perlindungan pendengaran, karena mengganggu kegiatan “

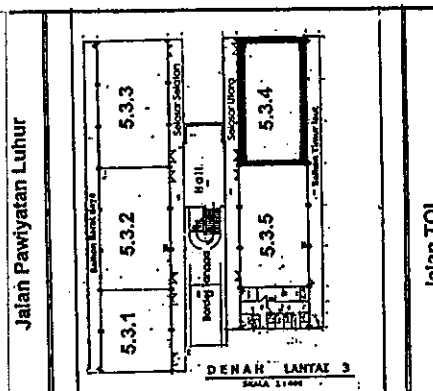
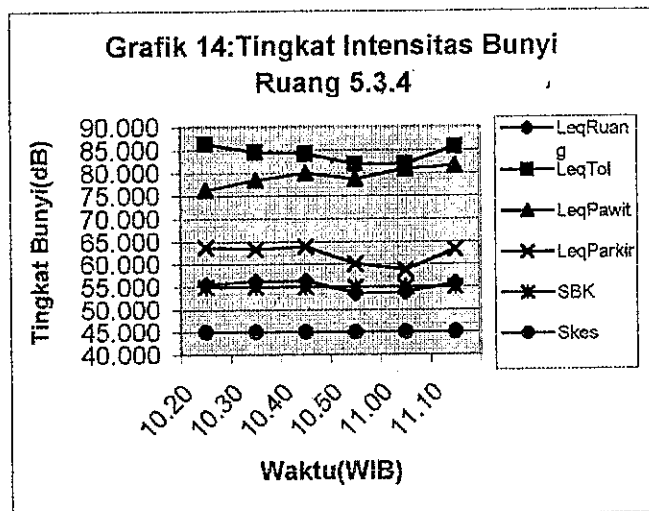
Kondisi Umum

Tingkat Intensitas Bunyi di dalam Ruang menunjukkan puncaknya pada jam 15.30, yaitu sebesar 61.48 dB, hal ini disebabkan oleh arah angin yang signifikan terhadap bangunan, yaitu ke arah timur laut, disamping ruang 5.2.2 sendiri memiliki lubang ventilasi cukup banyak pada elemen pembatas ruangnya.

Tingkat Intensitas Bunyi pada areal parkir menunjukkan perubahan sebanding dengan tingkat intensitas bunyi jalan Tol, sejak pengukuran pada jam 12.10-16.20 walaupun pada rentang waktu tersebut, arah angin mengalami perubahan arah beberapa kali, artinya arah angin tidak selalu mengarah ke bangunan.

**TABEL 34 : TINGKAT INTENSITAS BUNYI
RUANG 5.3.4(lihat lamp.5, tabel 12)**

	10.20	10.30	10.40	10.50	11.00	11.10
LeqRuang	55.590	56.240	56.390	53.590	53.820	55.770
LeqTol	86.413	84.612	84.261	82.010	82.074	85.731
LeqPawit	76.300	78.534	80.022	78.737	81.002	81.647
LeqParkir	63.805	63.298	63.938	60.126	58.695	63.349
SBK	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
Skas	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00



Gambar 39:
Letak Ruang 5.3.4

Terhadap baku Tingkat Kebisingan Kawasan

Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.3.4 menunjukkan rata-rata sedikit di atas Baku Tingkat Kebisingan Kawasan (55dB), kecuali pada jam 10.50 dan 11.00, yang menunjukkan angka di bawahnya.

Terhadap Tingkat Kebisingan Yang Diperbolehkan Bagi Kesehatan

Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.3.4 sudah menunjukkan kriteria : "Harus dilakukan perlindungan terhadap pendengaran, karena mengganggu kegiatan belajar (45dB)"

Kondisi Umum

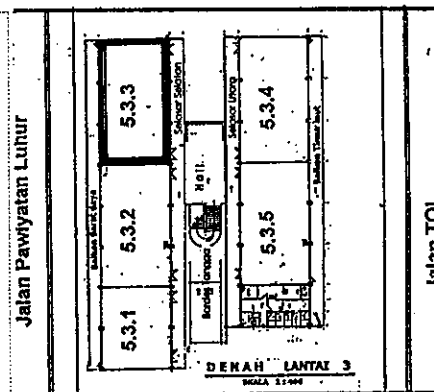
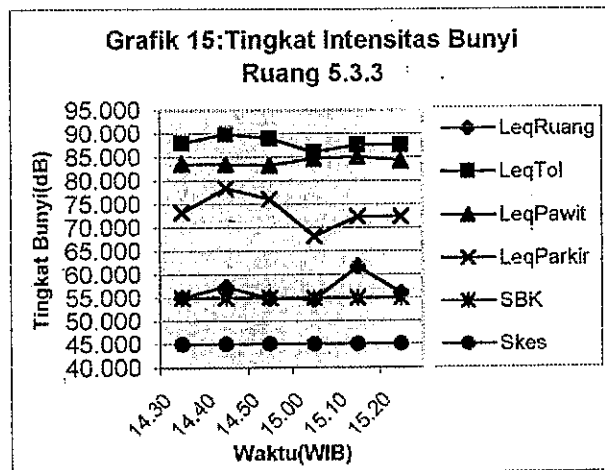
Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.3.4 mengalami perubahan yang sebanding dengan perubahan tingkat intensitas bunyi di jalan Tol walaupun angin pada jam-jam tersebut mengalami perubahan ke arah selatan pada jam 10.10 dan 10.40, sedangkan pada jam-jam di luar jam tersebut arah angin mengarah ke bangunan.

Letak ruang 5.3.4 yang berada di sisi Timur Laut, mengakibatkan perubahan tingkat intensitas bunyi ruang 5.3.4 tidak mengikuti perubahan tingkat intensitas bunyi Jalan Pawiyatan Luhur

Tingkat Intensitas Bunyi pada areal parkir menunjukkan perubahan sebanding dengan perubahan tingkat Intensitas Bunyi di Jalan Tol.

**TABEL 35 : TINGKAT INTENSITAS BUNYI
RUANG 5.3.3.(lihat lampiran 5 Tabel n0.13)**

	14.30	14.40	14.50	15.00	15.10	15.20
LeqRuang	55.098	57.440	54.860	54.640	61.740	55.980
LeqTol	87.949	89.846	89.012	86.073	87.626	87.619
LeqPawit	83.630	83.480	83.260	84.620	85.160	84.230
LeqParkir	73.256	78.377	76.127	68.190	72.384	72.364
SBK	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
Skes	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00



**Gambar 40:
Letak Ruang 5.3.3**

Terhadap Baku Tingkat Kebisingan Kawasan

Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.3.3 menunjukkan penurunan pada jam 14.50 – 15.00 di bawah standar, yaitu 54.86 dB pada jam 14.50 dan 54.64 dB pada jam 15.00. Sedangkan diluar jam-jam tersebut, tingkat intensitas bunyi ruang menunjukkan angka di atas Baku tingkat Kebisingan Kawasan

Terhadap Tingkat Kebisingan Yang Diperbolehkan Bagi Kesehatan

Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.3.3 menunjukkan kriteria : “Harus dilakukan perlindungan pendengaran karena mengganggu kegiatan belajar(45dB)”

Kondisi Umum

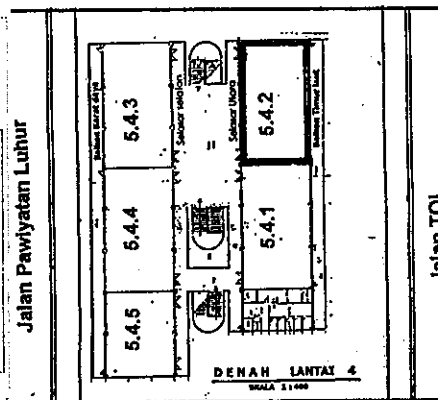
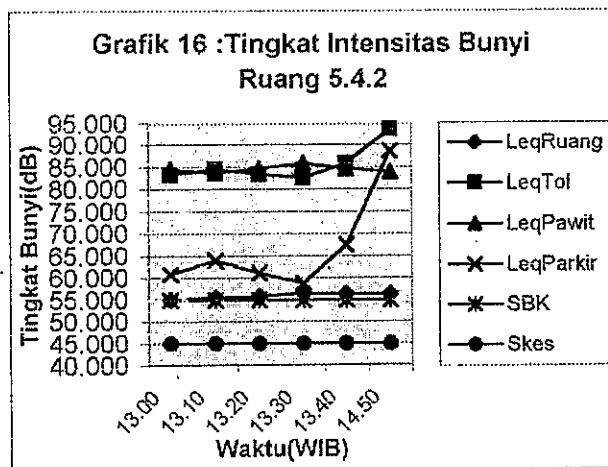
Tingkat Intenistas Bunyi Ruang 5.3.3 mengalami puncaknya pada jam 15.10 sebesar 61.74 dB. Penggabungan Tingkat Intenistas Bunyi di jalan Tol dan di Jalan Pawiyatan Luhur mengakibatkan kondisi seperti yang ditunjukkan pada grafik.

Tingkat Intensitas Bunyi areal parkir menunjukkan perubahan sebanding dengan perubahan tingkat intensitas bunyi di jalan Tol

Tingkat Intensitas Bunyi di Jalan Tol dan di Jalan Pawiyatan Luhur menunjukkan eksistensinya masing – masing. Artinya keduanya memiliki sumber bunyi yang cukup signifikan.

**TABEL 36 : TINGKAT INTENSITAS BUNYI
RUANG 5.4.2 (lihat lampiran 5 Tabel no.14)**

	13.00	13.10	13.20	13.30	13.40	14.50
LeqRuang	55.030	55.600	55.760	56.490	56.360	56.330
LeqTol	83.360	84.530	83.430	82.590	85.820	93.640
LeqPawit	84.490	83.690	84.640	85.970	84.660	83.850
LeqParkir	60.865	64.024	61.054	58.786	67.507	88.621
SBK	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
Skcs	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00



**Gambar 41:
Letak Ruang 5.4.2**

Terhadap Baku Tingkat Kebisingan Kawasan

Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.4.2 menunjukkan angka sedikit di atas Baku Tingkat Kebisingan Kawasan (55dB), antara jam 13.00-14.50. Sedangkan angka tertinggi pada rentang waktu di atas adalah 56.49dB ditunjukkan pada jam 13.30

Terhadap Tingkat Kebisingan Yang Diperbolehkan Bagi Kesehatan

Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.4.2 sudah menggambarkan kriteria : "Harus dilakukan perlindungan pendengaran, karena mengganggu kegiatan (45dB) "

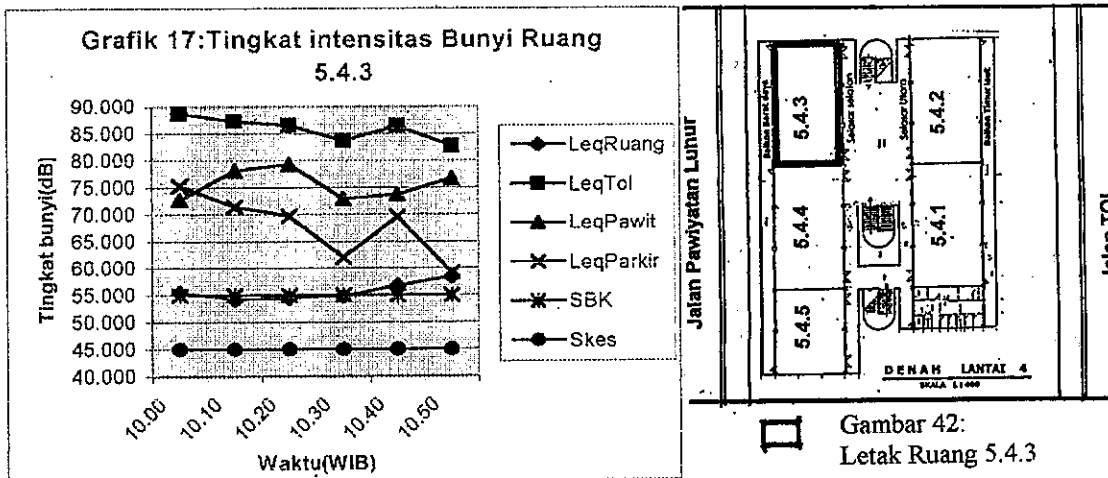
Kondisi Umum

Perubahan Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.4.2 sebanding dengan perubahan Tingkat Intensitas Bunyi Trafik. Dengan arah angin yang tidak mengarah ke bangunan, yaitu ke selatan pada jam 14.50, tingkat intensitas bunyi ruang tidak menunjukkan ekspresi yang responsif terhadap tingkat intensitas bunyi di jalan Tol, hanya saja tingkat intensitas bunyi ruang masih cukup responsif terhadap tingkat intensitas bunyi di Jalan Pawiyatan Luhur.

Tingkat Intensitas Bunyi areal parkir menunjukkan perubahan sebanding dengan tingkat intensitas bunyi di Jalan Tol, dan tingkat intensitas bunyi ini menukik tajam pada jam 14.50 sebesar 88.621 dB, disebabkan oleh perubahan prosentase kendaraan berat pada volume trafik dari 17% pada jam 13.40, menjadi 27% pada jam 14.50.

**TABEL 37 : TINGKAT INTENSITAS BUNYI
RUANG 5.4.3(lihat lamp.05,tabel15)**

	10.00	10.10	10.20	10.30	10.40	10.50
LeqRuang	55.530	54.240	54.460	54.850	56.780	58.500
LeqTol	88.730	87.270	86.650	83.770	86.600	82.740
LeqPawit	72.690	78.170	79.300	72.960	73.690	76.680
LeqParkir	75.364	71.420	69.748	61.972	69.613	59.191
SBK	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
Skas	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00



Terhadap Baku Tingkat Kebisingan Kawasan

Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.4.3 menunjukkan angka rata-rata di bawah Baku Tingkat Kebisingan Kawasan (55dB) pada jam 10.10-10.30, sedangkan di luar jam tersebut pada rentang waktu pengukuran untuk ruang 5.4.3, menunjukkan angka di atas Baku Tingkat Kebisingan Kawasan, terutama pada jam 10.50, dengan angka 58.5 dB.

Terhadap Tingkat Kebisingan yang Diperbolehkan Bagi Kesehatan

Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.4.3 sudah termasuk pada kriteria "Harus dilakukan perlindungan pendengaran, karena mengganggu kegiatan (45dB)"

Kondisi Umum

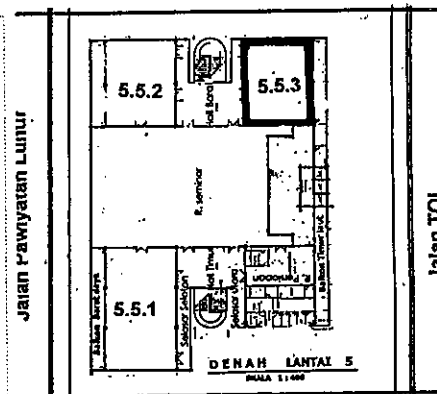
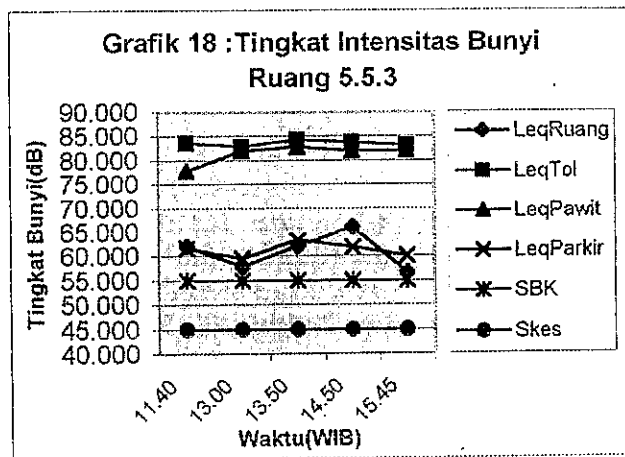
Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.4.3 menunjukkan perubahan sebanding dengan tingkat Intensitas Bunyi Jalan Tol pada jam 10.00-10.40. Hal yang berlainan ditunjukkan oleh grafik pada jam 10.50, hal ini disebabkan karena tingkat intensitas bunyi di Jalan Pawiyatan Luhur cukup signifikan terhadap tingkat Intensitas Bunyi dalam Ruang.

Tingkat Intensitas Bunyi Jalan Pawiyatan Luhur dan Jalan Tol menunjukkan kurva yang berbeda karena masing-masing memiliki kondisi yang berbeda terhadap tingkat intensitas bunyi yang dihasilkan oleh masing – masing jalan.

Angin yang bertiup ke arah Barat Daya dan Barat menyebabkan penjarangan bunyi dari Jalan Tol ke areal parkir cukup signifikan. Namun tidak demikian halnya dengan jam 10.30, angin berubah arah ke arah utara. Arah angin signifikan terhadap penjarangan bunyi dari Jalan Tol ke areal parkir, pada jam 10.40-10.50.

**TABEL 38 : TINGKAT INTENSITAS BUNYI
RUANG 5.5.3 (lihat lampiran 5 Tabel no 16)**

	11.40	13.00	13.50	14.50	15.45
LeqRuang	62.080	57.880	62.050	66.080	56.580
LeqTol	83.610	82.860	84.290	83.710	83.070
LeqPawit	77.770	81.990	82.750	81.990	82.050
LeqParkir	61.540	59.515	63.376	61.810	60.082
SBK	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
Skas	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00



Gambar 43:
Letak Ruang 5.5.3

Terhadap Baku Tingkat Kebisingan Kawasan

Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.5.3, dari jam 11.40-15.45 adalah di atas Baku Tingkat Kebisingan Kawasan (56.58-66.08 dB). Dan berdasarkan Standar Baku Tingkat Kebisingan Kawasan, maka Ruang 5.5.3 termasuk ruang yang "Bising"

Terhadap Tingkat Kebisingan Yang Diperbolehkan Bagi Kesehatan

Dari Tingkat Intensitas Bunyi yang ditunjukkan oleh grafik di atas, maka terhadap ruang 5.5.3, harus dilakukan perlindungan pendengaran, karena mengganggu kegiatan (45dB)

Kondisi Umum

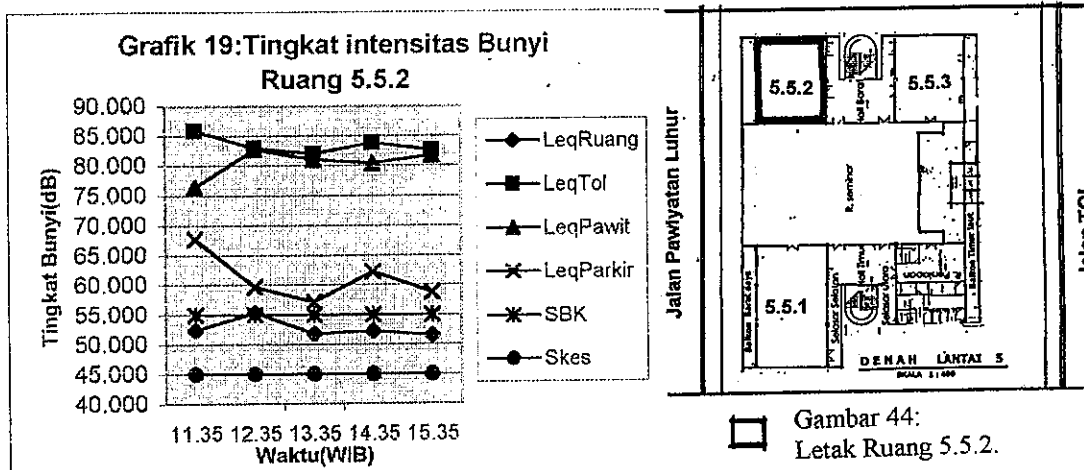
Dari jam 11.40-13.50, grafik perubahan tingkat intensitas bunyi ruang 5.5.3 berubah sebanding dengan perubahan tingkat intensitas bunyi trafik jalan Tol, sedangkan pada jam 14.50 mengalami perubahan drastis, karena volume trafik yang cukup padat (97 kendaraan/5menit atau 1164kendaraan/jam).

Letak ruang 5.5.3 yang berada di lantai 5 dan sisi Timur Laut, mengakibatkan bunyi yang menjalar dari Jalan Tol ke arah bangunan, sedemikian besar diterima pada ruang 5.5.3.

Tingkat Intensitas Bunyi areal parkir berubah sebanding dengan perubahan tingkat intensitas bunyi di jalan Tol.

**TABEL 39 : TINGKAT INTENSITAS BUNYI
RUANG 5.5.2(lihat lamp05,tabel17)**

	11.35	12.35	13.35	14.35	15.35
LeqRuang	52.420	55.330	51.810	52.260	51.540
LeqTol	85.920	82.910	81.990	83.880	82.570
LeqPawit	76.450	82.710	80.980	80.390	81.660
LeqParkir	67.777	59.650	57.166	62.269	58.732
SBK	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
Skas	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00



Terhadap Baku Tingkat kebisingan Kawasan

Tingkat Intensitas Bunyi Ruang 5.5.2, masih di bawah Baku Tingkat kebisingan Kawasan (55dB), kecuali pada jam 12.35 yang mengalami puncak pada rentang waktu pengukuran, dengan tingkat intensitas bunyi sebesar 55.33 dB.

Letak ruang yang berada pada sisi Barat daya mengakibatkan bunyi yang menjalar dari Jalan Tol ke arah bangunan terhalangi oleh ruang-ruang pada sisi Timur Laut (55.3dB)

Dengan tingkat intensitas bunyi yang ditunjukkan oleh grafik dapat dikatakan bahwa ruang 5.5.2 tidak termasuk ruang yang 'bising'

Terhadap Tingkat kebisingan Yang Diperbolehkan Bagi Kesehatan

Ruang 5.5.2 merupakan ruang dengan kriteria : " harus dilakukan perlindungan pendengaran, karena mengganggu kegiatan (45dB) "

Kondisi Umum

Pada umumnya selama rentang waktu pengukuran, tingkat intensitas bunyi ruang 5.5.2 berubah sebanding dengan perubahan tingkat intensitas bunyi trafik, kecuali pada jam 12.35 yang disebabkan oleh volume trafik yang padat pada jam tersebut (1188 kendaraan/jam), walaupun arah angin tidak mengarah ke bangunan (arah utara dan selatan)

Tingkat Intensitas Bunyi areal parkir berubah sebanding dengan perubahan tingkat intensitas bunyi Jalan Tol.

B. Metode dan Hasil Penelitian Untuk Uji Hipotesa Dua

Hasil Penelitian dalam Uji Hipotesa Dua inipun juga didapat dari serangkaian kegiatan seperti : penetapan Cuplikan, penetapan cara penelitian dan penetapan rumus, serta tabulasi.

1. Penetapan Cuplikan

Dalam Bab III mengenai Metode penelitian , sudah dijelaskan bahwa untuk menguji Hipotesa Dua , diperlukan pengetahuan mengenai Variabel – variabel Indikator , yang mempengaruhi : Pantulan Kebisingan ke dalam Ruang Bangunan . Variabel – variabel Indikator tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Jarak Terhadap sumber kebisingan , yaitu trafik jalan
- b. Sudut Propagasi Suara
- c. Volume Ruang
- d. Material Pembatas Ruang
- e. Luasan elemen Pembatas Ruang

Variabel indikator diatas digunakan untuk menentukan cuplikan ruang Penelitian. Hal ini disebabkan karena dalam eksperimen ini dibutuhkan 2 (dua) ruang berdampingan yang benar – benar identik sama.



Foto 16 : Salah satu Ruang Kuliah Cuplikan-Ruang 5.4.1

Untuk itu akan ditampilkan kembali tabel yang memperlihatkan kode nomor ruang, hanya saja disini dilengkapi dengan keterangan nomor ruang yang dilengkapi dengan bahan penyerap suara (absorber)

Tabel 40 : Kode Nomor Ruang Cuplikan Uji Hipotesa Dua
Sumber : Perhitungan peneliti

Lantai	Kelompok Sisi Timur Laut		Kelompok Sisi Barat Daya		Jumlah
	Dengan absorber	Tanpa absorber	Dengan absorber	Tanpa absorber	
3	5.3.5	5.3.4	5.3.2	5.3.3	4
4	5.4.1	5.4.2	5.4.4	5.4.3	4
Jumlah	2	2	2	2	8

2. Cara Penelitian

Penelitian untuk menguji Hipotesa Dua penelitian ini, dilaksanakan dengan cara mengukur secara bersama – sama Tingkat Intensitas Bunyi, pada :

- a. Ruang Bangunan berdasarkan tabel 41,yaitu 2 (dua) ryang berpasangan yang memiliki disain 'identik sama' hanya saja yang satu pada elemen balkon dan kanopi ditutup dengan bahan penyerap bunyi, sedangkan yang lain dibiarkan apa adanya.
- b. Jalan Tol Jatingaleh – Krapyak
- c. Jalan Pawiyatan Luhur,
- d. Parkir sebelah Timur Laut Bangunan

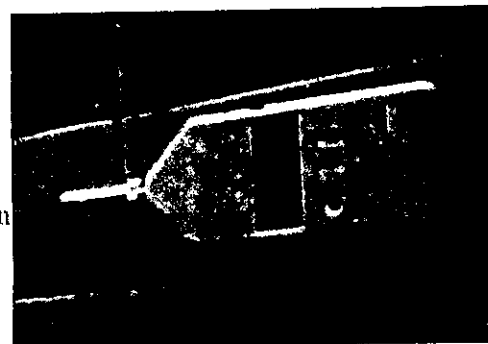


Foto 17 : Sound Level Meter (A)-Merk RION NA-24



Foto 18: Eksperimen pada Balkon Barat Daya



Foto 19: Eksperimen pada Balkon Timur Laut



Foto 20 : Eksperimen Pengukuran

Sedangkan tenaga yang terlibat dalam eksperimen penelitian Uji Hipotesa Dua ini berjumlah 12 (duabelas) orang, dengan perincian sebagai berikut :

- a. 2 orang mengukur Tingkat Intensitas Bunyi di Jalan Tol

- b. 2 orang mengukur Tingkat Intensitas Bunyi di jalan Pawiyatan Luhur
- c. 2 orang mengukur Tingkat Intensitas Bunyi di Ruang Bangunan
- d. 1 orang operator Sound Level Meter, mengukur Tingkat Intensitas Bunyi di ruang Bangunan
- e. 2 orang mengukur Tingkat Intensitas Bunyi di areal parkir
- f. 2 orang tukang , memasang bahan penyerap bunyi (absorber) pada balkon dan kanopi bangunan.
- g. 1 orang tenaga kasar, membantu pekerjaan tukang.



Foto 21 : Pekerjaan Pemasangan Absorber

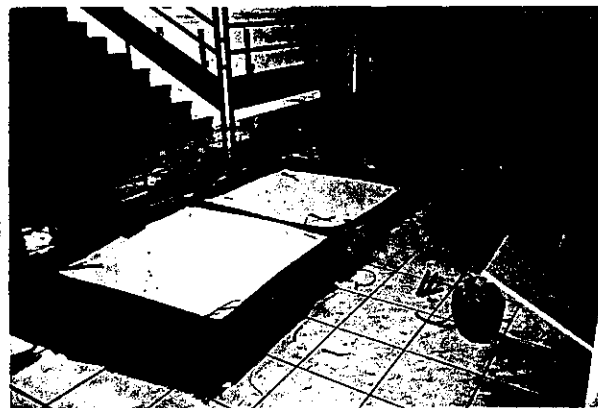


Foto 22 : Material sederhana Eksperimen Penelitian

3. Rumus Yang Digunakan

Data kasar yang didapat dilapangan , ada yang sudah siap ditabulasikan , namun ada pula yang masih perlu dihitung dengan rumus-rumus akustik. Rumus – rumus yang digunakan adalah :

a. Tingkat Intensitas Kebisingan Ekvivalen Ruang

Rumus yang digunakan adalah :

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{N} \sum n_i \cdot 10^{0.1 L_i} \text{ (dBA)}$$

b. Tingkat Intensitas Kebisingan Ekvivalen untuk Trafik

Rumus yang digunakan adalah :

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{60} \sum n_i \cdot 10^{0.1 L_i} \text{ (dBA)}$$

c. Tingkat Intensitas Kebisingan Ekvivalen untuk Tempat Parkir

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{N} \sum n_i \cdot 10^{0.1 L_i} \text{ (dBA)}$$

d. Tingkat Kebisingan Rata-rata \pm Standar Deviasi (L terbaik)

$$L_{\text{terbaik}} = \frac{\sum L_i}{n} \pm \sqrt{\frac{\sum (L_i - \bar{L})^2}{n(n-1)}} \text{ (dBA)}$$

e. Tingkat Intensitas Kebisingan dalam Jarak

$$L_2 = L_1 - 10 \log \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^2 \text{ (dBA)}$$

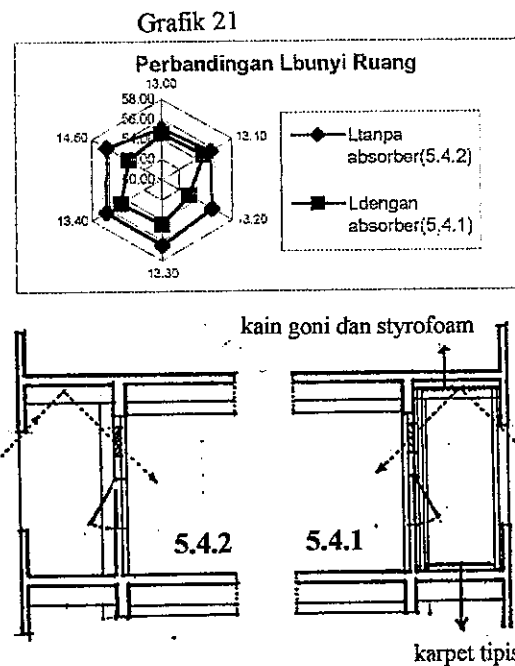
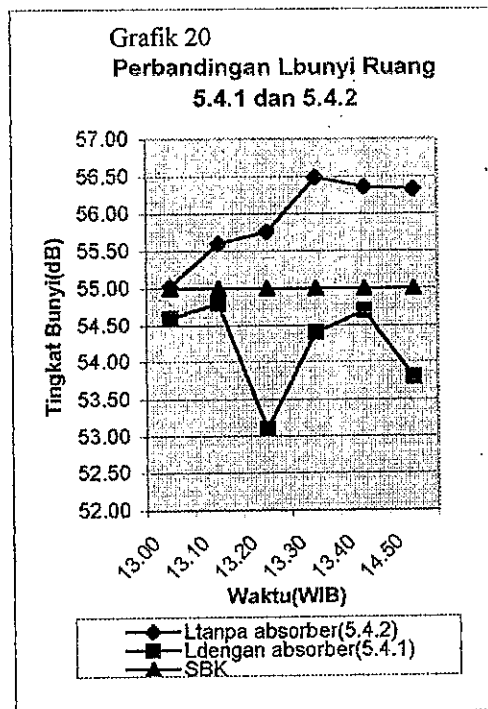
4. Tabulasi Hasil Penelitian

Tabel 41 sampai dengan tabel 48 dan grafik 20 sampai dengan grafik 27 berikut ini akan memperlihatkan hasil pengukuran Tingkat intensitas Kebisingan , berdasarkan hasil Observasi Lapangan , sebagai berikut :

TABEL 40 : PERBANDINGAN TINGKAT INTENSITAS BUNYI RUANG 5.4.1 DAN 5.4.2

	13.00	13.10	13.20	13.30	13.40	14.50
$L_{\text{tanpa absorber(5.4.2)}}$	55.03	55.60	55.76	56.49	56.36	56.33
$L_{\text{dengan absorber(5.4.1)}}$	54.60	54.80	53.10	54.40	54.70	53.80
SBK	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
Skes	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
L_{tot}	83.36	84.53	83.43	82.59	85.82	93.64
$L_{\text{pawiyatan}}$	84.49	83.69	84.64	85.97	84.66	83.85
L_{parkir}	60.87	64.02	61.05	58.79	67.51	88.62

(Lihat lampiran 06 , Tabel 19 dan 20)



Gambar 45: Potongan Ruang 5.4.1 dan 5.4.2

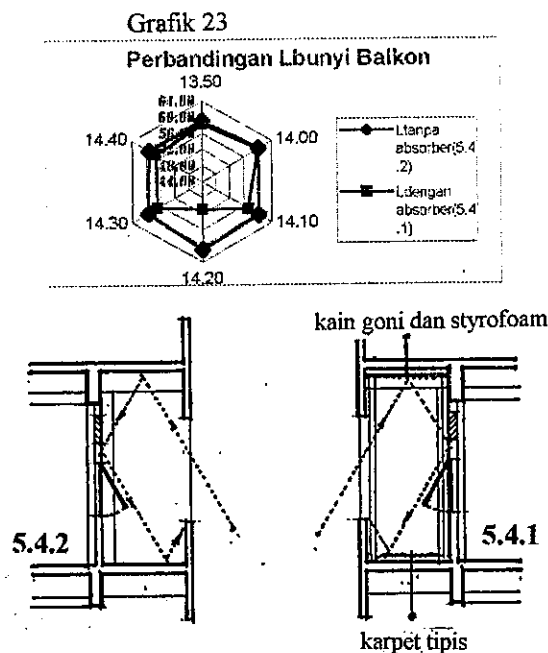
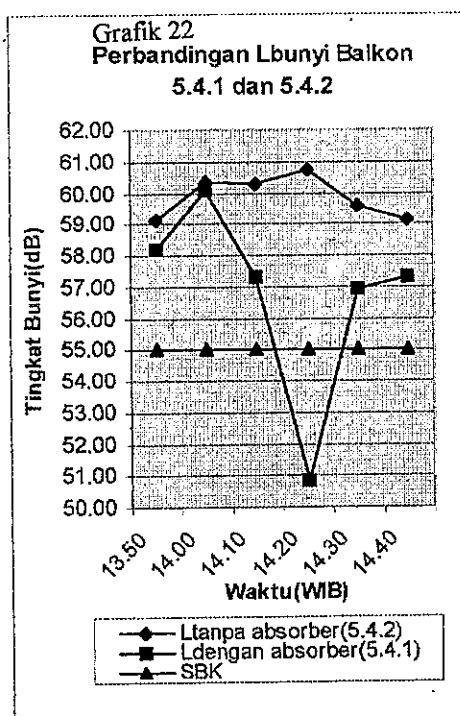
Penutupan elemen balkon dan kanopi bangunan , dapat mempengaruhi tingkat intensitas bunyi dalam ruang, grafik menunjukkan bahwa tingkat intensitas ruang yang semula berada di atas Baku Tingkat Kebisingan Kawasan (55dB) dapat diturunkan sampai dengan di bawah angka Baku Tingkat Kebisingan Kawasan (55dB)

Pada jam 13.20 terjadi gejala fisis pada grafik, walaupun arah angin signifikan mengarah ke bangunan dan prosentase kendaraan berat pada volume trafik meningkat dari 15% (jam 13.00) menjadi 25% (jam 13.10), namun penurunan tingkat intensitas bunyi menggambarkan 'penurunan yang drastis'. Hal ini disebabkan oleh karena getaran penyerap berpori pada balkon dan kanopi, bergetar kuat dan mengubah fungsi penyerap berpori menjadi penyerap selaput yang bergetar, sehingga bersifat menurunkan secara efektif bunyi yang diterima, dari sumber bunyi berfrekuensi rendah.

TABEL 41 PERBANDINGAN TINGKAT INTENSITAS BUNYI BALKON 5.4.1 DAN 5.4.2

	13.50	14.00	14.10	14.20	14.30	14.40
L _{tanpa absorber(5.4.2)}	59.17	60.35	60.31	60.75	59.58	59.16
L _{dengan absorber(5.4.1)}	58.20	60.10	57.30	50.80	56.90	57.30
SBK	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
Skes	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
L _{tol}	82.01	85.39	86.61	90.14	92.48	85.28
L _{pawlyatan}	85.84	86.11	83.65	86.03	84.61	83.81
L _{parkir}	57.22	66.35	69.64	79.17	85.49	66.05

(Lihat lampiran 06, Tabel 21 dan 22)



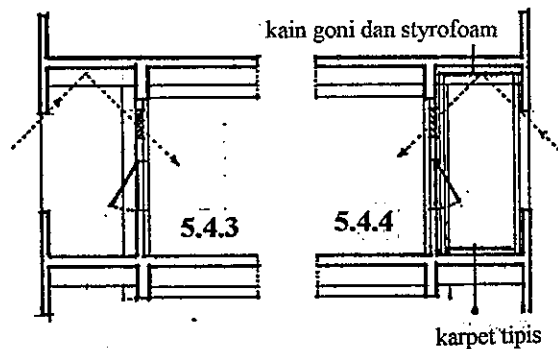
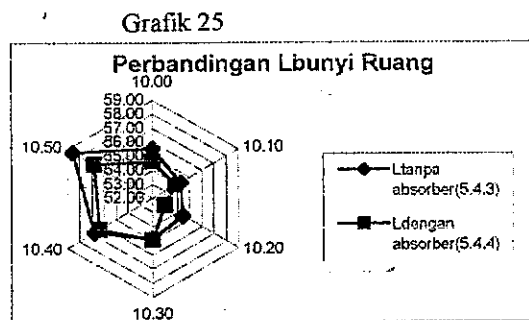
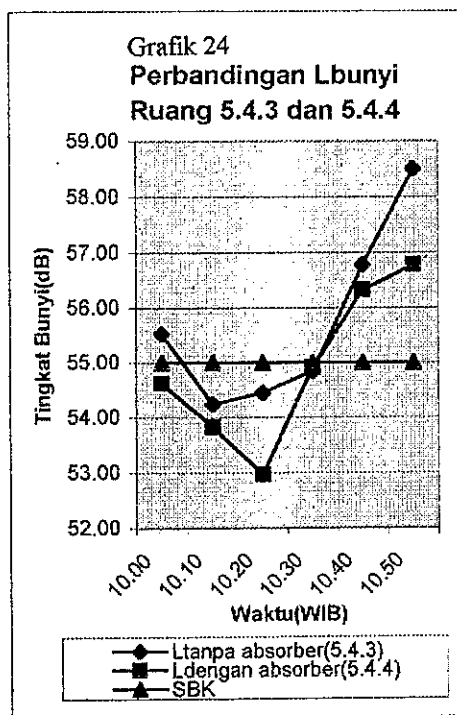
Gambar 46: Potongan Balkon 5.4.1 dan 5.4.2

Tingkat Intensitas Bunyi dapat diturunkan dengan absorber pada balkon dan kanopi bangunan, terutama pada jam 14.20, penurunannya sebesar 9.95 dB, walaupun arah angin signifikan terhadap bangunan (mengaraf ke bangunan). Getaran absorber pada kanopi bangunan mengakibatkan penurunan tingkat intensitas bunyi yang diterima pada balkon bangunan. Getaran absorber yang menurunkan tingkat intensitas bunyi ini, tidak lain karena perubahan fungsi penyerap berpori menjadi 'penyerap selaput yang bergetar'. Sifat fisis penyerap selaput yang bergetar ini, adalah menurunkan secara efektif tingkat bunyi yang diterima dari sumber bunyi berfrekuensi rendah seperti sumber bunyi trafik ini. Dengan demikian dapatlah disimpulkan bahwa angin yang mengaraf ke bangunan dapat membantu mengubah penyerap berpori menjadi penyerap selaput bergetar, yang secara efektif menurunkan tingkat bunyi yang diterima.

TABEL 42 PERBANDINGAN TINGKAT INTENSITAS BUNYI RUANG 5.4.3 DAN 5.4.4

	10.00	10.10	10.20	10.30	10.40	10.50
$L_{\text{tanpa absorber(5.4.3)}}$	55.53	54.24	54.46	54.85	56.78	58.50
$L_{\text{dengan absorber(5.4.4)}}$	54.63	53.83	52.97	54.92	56.32	56.78
SBK	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
Skes	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
L_{tot}	88.73	87.27	86.65	83.77	86.6	82.74
$L_{\text{pawiyatan}}$	72.69	78.17	79.30	72.96	73.69	76.68
L_{parkir}	75.36	71.42	69.75	61.97	69.61	59.19

(Lihat lampiran 06, Tabel 23 dan 24)



Gambar 47: Potongan Ruang 5.4.3 dan 5.4.4

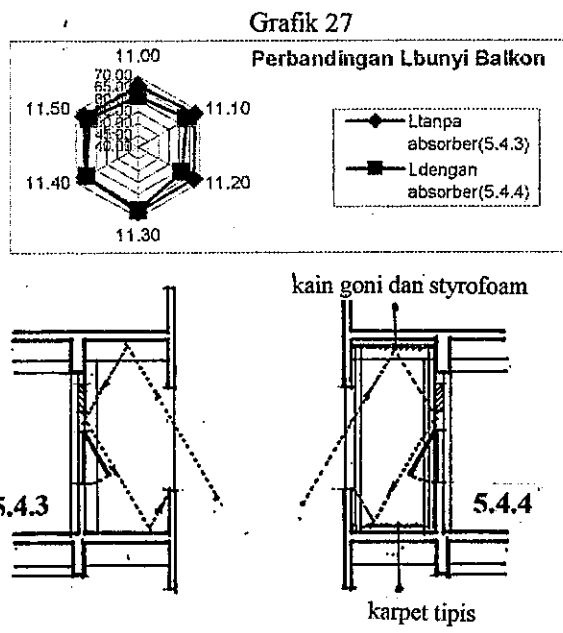
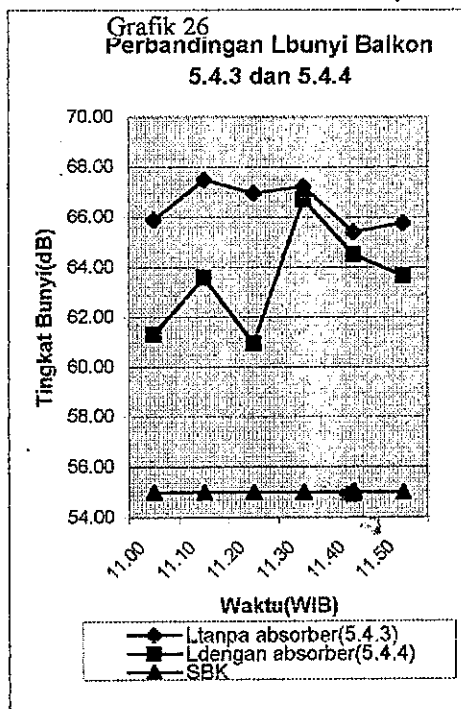
Pemakaian absorber rata-rata menurunkan tingkat bunyi dalam ruang secara efektif, hanya saja pada jam 10.30 menunjukkan kecenderungan yang berbeda, hal ini disebabkan oleh karena faktor teknis alat pengukuran, Sound Level Meter. Disini hasil pengukuran tingkat intensitas bunyi ruang dengan absorber sedikit lebih tinggi (selisih 0.07 dB) dibandingkan dengan tingkat intensitas bunyi ruang tanpa absorber. Sound Level Meter yang digunakan pada ruang tanpa absorber lebih sensitif daripada alat yang digunakan untuk ruang dengan absorber, sehingga pada saat Sound Level Meter untuk ruang dengan absorber belum turun, Sound Level Meter untuk ruang tanpa absorber sudah sedemikian cepat turun setelah sumber bunyi menjauh.

Kejadian seperti ini tidak selalu setiap saat terjadi, karena masing-masing alat memiliki sensitivitas tersendiri dalam merespon setiap sumber bunyi yang diukurnya.

TABEL 43: PERBANDINGAN TINGKAT INTENSITAS BUNYI BALKON 5.4.3 DAN 5.4.4

	11.00	11.10	11.20	11.30	11.40	11.50
$L_{\text{tanpa absorber(5.4.3)}}$	65.89	67.50	66.95	67.21	65.40	65.76
$L_{\text{dengan absorber(5.4.4)}}$	61.31	63.60	60.96	66.70	64.51	63.66
SBK	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
Skes	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
L_{tol}	84.80	85.61	88.82	88.58	86.74	88.56
$L_{\text{pawiyatan}}$	74.37	73.04	76.28	74.55	73.52	73.03
L_{parkir}	64.75	66.93	75.61	74.96	69.99	74.91

(Lihat lampiran 06 , tabel 25 dan 26)



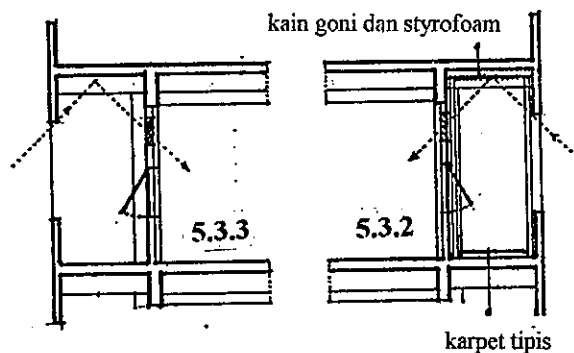
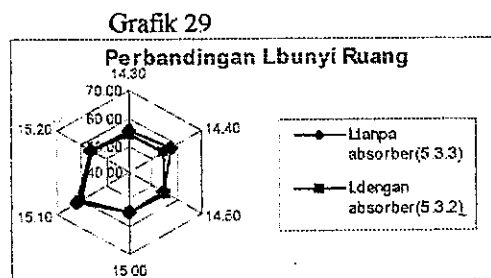
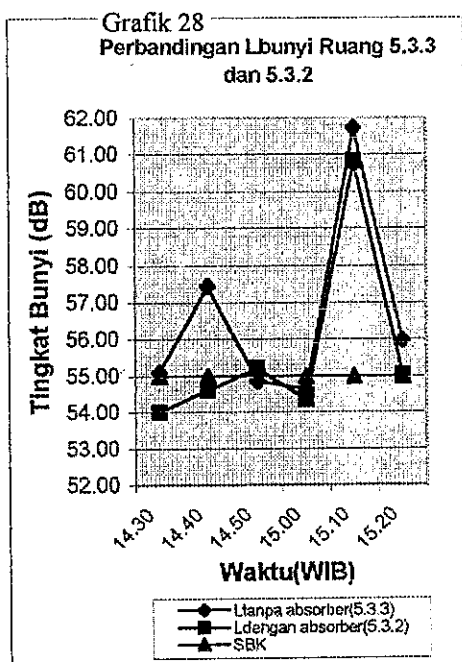
Gambar 48: Potongan Balkon 5.4.3 dan 5.4.4

Tingkat Intensitas Bunyi turun secara efektif pada jam 11.00-11.30 walaupun angin secara signifikan mengarah ke bangunan. Angin yang bertiup ke arah bangunan, membantu merubah fungsi penyerap berpori yang dipasang pada balkon dan kanopi, menjadi penyerap selaput bergetar yang sangat efektif menurunkan tingkat bunyi dari sumber bunyi berfrekuensi rendah.

TABEL 44: PERBANDINGAN TINGKAT INTENSITAS BUNYI RUANG 5.3.3 DAN 5.3.2

	14.30	14.40	14.50	15.00	15.10	15.20
$L_{\text{tanpa absorber(5.3.3)}}$	55.10	57.44	54.86	54.64	61.74	55.98
$L_{\text{dengan absorber(5.3.2)}}$	54.00	54.61	55.21	54.35	60.83	55.03
SBK	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
Skas	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
L_{tol}	87.95	89.85	89.01	86.07	87.63	87.62
$L_{\text{pawiyatan}}$	83.63	83.48	83.26	84.62	85.16	84.23
L_{partir}	73.26	78.38	76.13	68.19	72.38	72.36

(Lihat lampiran 06, tabel 27 dan 28)



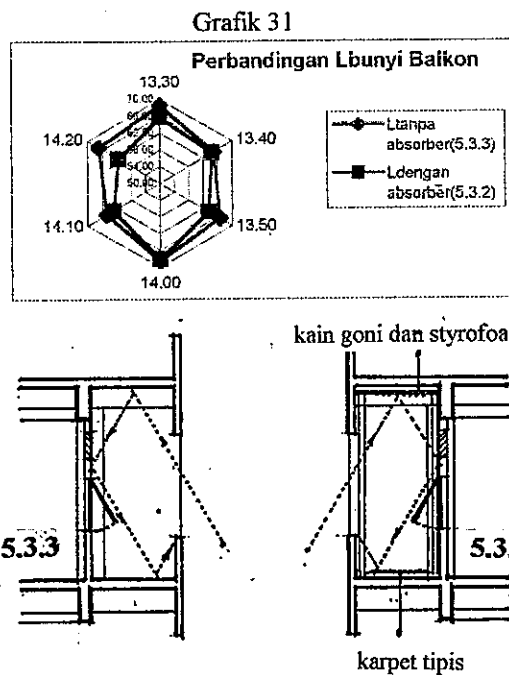
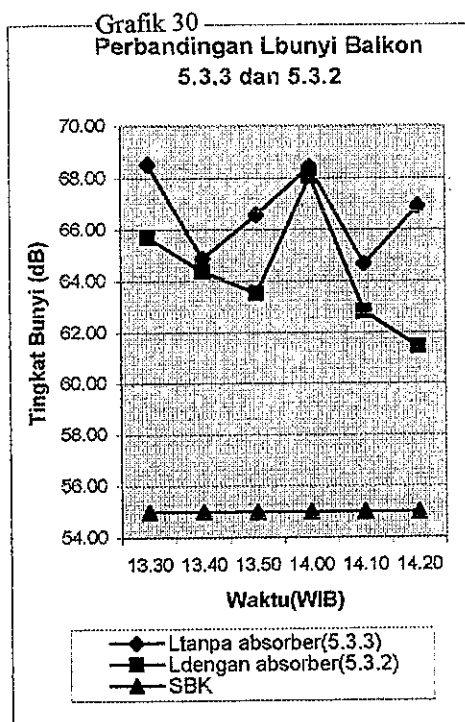
Gambar 49: Potongan Ruang 5.3.3 dan 5.3.2

Tingkat Intensitas Bunyi Ruang turun secara efektif dengan absorber yang dipasang pada balkon dan kanopi. Perbedaan tingkat sensitivitas alat mempengaruhi pengukuran, Sound Level meter Ruang dengan absorber lebih cepat naik dan lebih cepat turun, sehingga pada kurva linear jam 14.40-14.50 dan 14.50-15.00 kurva yang ditunjukkan oleh Sound Level Meter Ruang dengan absorber naik lebih tajam dan turun lebih tajam bila dibandingkan dengan kurva yang ditunjukkan oleh sound Level Meter Ruang Tanpa absorber.

TABEL 45 PERBANDINGAN TINGKAT INTENSITAS BUNYI BALKON 5.3.3 DAN 5.3.2

	13.30	13.40	13.50	14.00	14.10	14.20
$L_{\text{tanpa absorber(5.3.3)}}$	68.54	64.88	66.58	68.44	64.69	66.92
$L_{\text{dengan absorber(5.3.2)}}$	65.72	64.38	63.52	68.08	62.82	61.44
SBK	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
Skes	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
L_{tol}	86.709	83.834	88.461	86.314	84.875	84.186
$L_{\text{pawiyatan}}$	61.86	58.72	56.55	56.3		83.13
L_{parkir}	69.91	62.15	74.64	68.84	64.96	63.10

(Lihat Lampiran 06, Tabel 29 dan 30)

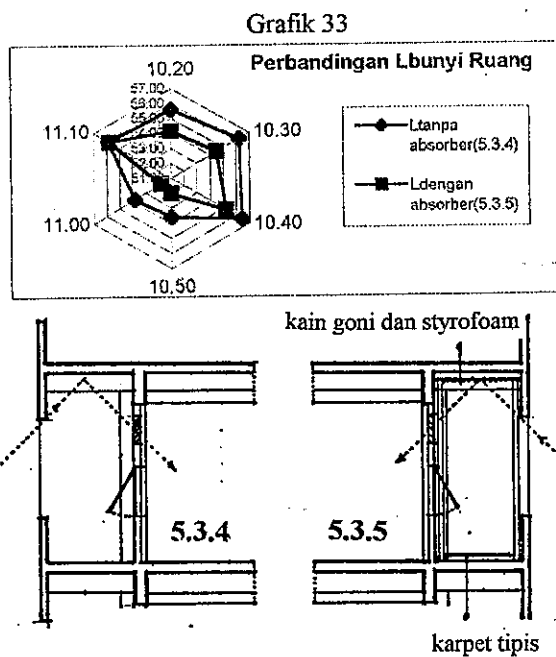
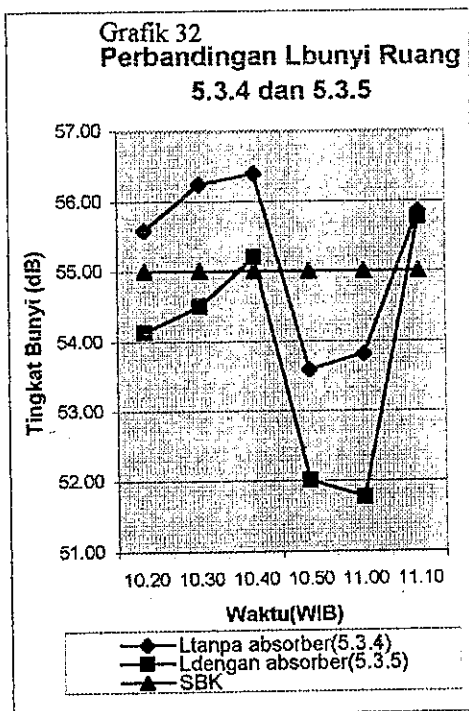
**Gambar 50:** Potongan Balkon 5.3.3 dan 5.3.2

Penurunan tingkat intensitas bunyi ditunjukkan dengan jelas pada kurva hasil pengukuran dari jam 13.50 sampai dengan 14.20. Pada jam 13.50 penurunan tingkat intensitas bunyi yang terjadi adalah 3.06 dB, merupakan penurunan tertinggi dari kurun waktu pengukuran antara jam 13.30-14.20. Hal ini disebabkan oleh karena angin di Jalan Tol yang berubah arah, yang semula bertiup ke arah selatan pada jam 13.30 dan 13.40, menjadi ke arah barat pada jam 13.50. Perubahan arah angin yang sesungguhnya menjadi sangat signifikan terhadap perambatan bunyi ini, membantu menggetarkan bahan penyerap sehingga bahan penyerap ini berubah fungsinya menjadi penyerap resonator yang bergetar.

TABEL 46 PERBANDINGAN TINGKAT INTENSITAS BUNYI RUANG 5.3.4 DAN 5.3.5

	10.20	10.30	10.40	10.50	11.00	11.10
$L_{\text{tanpa absorber(5.3.4)}}$	55.59	56.24	56.39	53.59	53.82	55.85
$L_{\text{dengan absorber(5.3.5)}}$	54.14	54.50	55.20	52.01	51.77	55.77
SBK	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
Skas	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
L_{tot}	86.413	84.612	84.261	82.01	82.074	85.731
$L_{\text{pawiyatan}}$	76.3	78.534	80.022	78.737	81.002	81.647
L_{parkir}	63.81	63.30	63.94	60.13	58.70	63.35

(Lihat Lampiran 06, Tabel 31 dan 32)



Gambar 51: Potongan Ruang 5.3.4 dan 5.3.5.

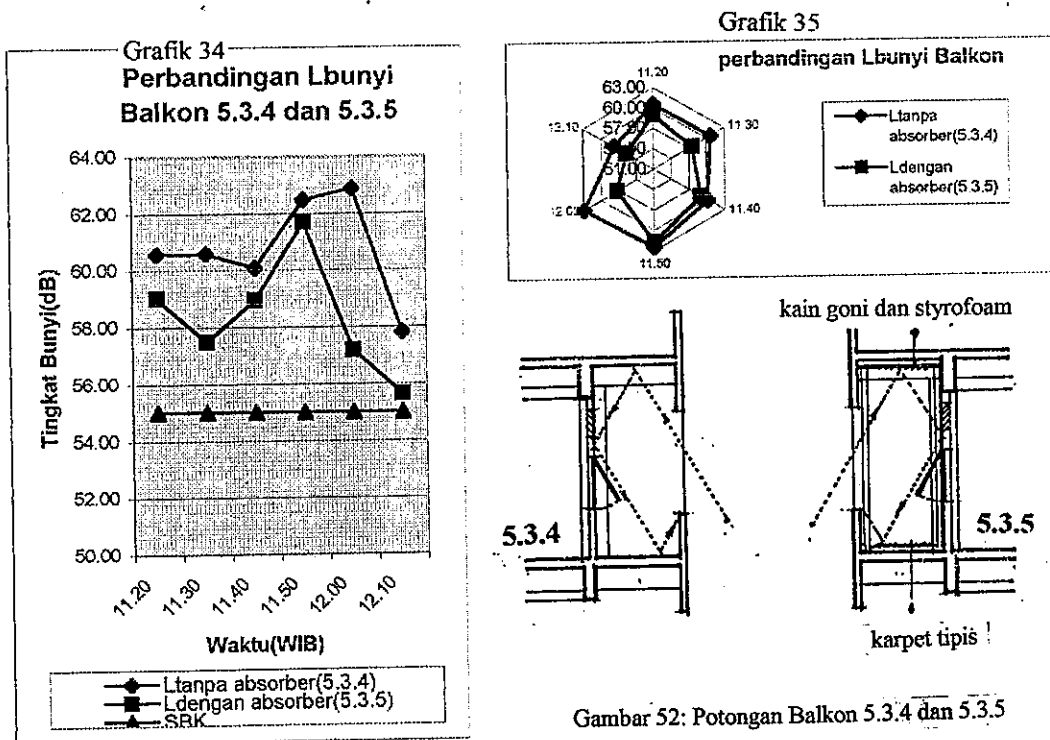
Penurunan tingkat intensitas bunyi yang disebabkan oleh penutupan absorber pada balkon dan kanopi terlihat jelas dan bersifat linear terhadap ruang tanpa absorber. Terlihat pada kurva linear jam 10.30-10.40 gradien naik tajam pada ruang dengan absorber sedangkan ruang tanpa absorber naik secara landai.

Jam 10.20 penurunan tingkat intensitas bunyi adalah 1.45 dB, jam 10.30 penurunannya adalah sebesar 1.74 dB, dan tercatat penurunan terbesar terjadi pada jam 11.00 dengan 2.05 dB.

TABEL 47 PERBANDINGAN TINGKAT INTENSITAS BUNYI BALKON 5.3.4 DAN 5.3.5

	11.20	11.30	11.40	11.50	12.00	12.10
$L_{\text{tanpa absorber(5.3.4)}}$	60.57	60.59	60.08	62.49	62.88	57.81
$L_{\text{dengan absorber(5.3.5)}}$	59.04	57.50	58.96	61.69	57.20	55.64
SBK	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
Skes	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
L_{tol}	80.51	82.98	83.08	83.74	86.08	84.3
$L_{\text{pawiyatan}}$	79.61	77.27	79.61	81.11	80.85	82.52
L_{parkir}	63.80	61.36	64.82	63.65	69.71	64.87

(Lihat Lampiran 06, Tabel 33 dan 34)



Penurunan tingkat Intensitas bunyi pada jam 11.30, sebesar 3.09 dB dan jam 12.00 sebesar 5.68 dB, disebabkan oleh bergetarnya penyerap berpori oleh angin yang signifikan ke arah bangunan lebih keras daripada waktu yang lain, sehingga penurunannya menjadi lebih besar daripada penurunan tingkat intensitas bunyi pada waktu yang lain. Penurunan relatif cukup besar juga tercatat pada jam 12.10, yaitu sebesar 2.17 dB, pada saat inipun angin bertiup ke arah bangunan, baik dari jalan Tol maupun Jalan Pawiyatan Luhur.

C. Hasil Penelitian Untuk Analisa Kualitatif

Sebagaimana Uji Hipotesa Satu dan Dua, untuk hasil penelitian dalam analisa kualitatif ini didapatkan melalui serangkaian kegiatan , seperti : penetapan cuplikan, Cara penelitian dan Proses *Labelling*.

1. Penetapan Cuplikan

Dalam Metode penelitian dijelaskan bahwa teknik pengambilan cuplikan untuk Analisa Kualitatif ini , berdasarkan Teknik ' Purposive Sampling ' , yaitu teknik pengambilan cuplikan mahasiswa yang bersedia dijadikan obyek penelitian berdasarkan lama studi, dengan diusahakan semua lapisan populasi mahasiswa berdasarkan lama studi tersebut terwakilkan oleh sejumlah cuplikan . Berikut ini ditampilkan kembali Tabel 12, bab III : Kerangka Cuplikan – Analisa Kualitatif.

Tabel 12 : Kerangka Cuplikan – Analisa Kualitatif

Lama Studi	Jumlah Cuplikan
1 (semester 2)	18
2 (semester 3)	10
3 (semester 4)	8
4 (semester 6)	6
Jumlah	42

Sumber : Observasi Lapangan

2. Cara Penelitian

Penyebaran kuesioner dilaksanakan pada Hari Senin , tanggal 24 April 2000, dengan memperhatikan jam – jam padat trafik sekitar jam 11.00 – 12.00 (berdasarkan observasi lapangan). Kuesioner didisain dengan pertanyaan tertutup, dan didisi secara terpimpin, pada ruang 5.3.4.

Pengisian kuesioner dilakukan secara terpimpin, dengan maksud untuk mengantisipasi perbedaan interpretasi mahasiswa dalam menanggapi substansi pertanyaan kuesioner.

3. Proses Labelling

Proses Labelling adalah proses pemberian kode pada hasil kuesioner pada lembar SPSS program windows – versi 09, menurut jenis substansi pertanyaan.

Tabel 48 : Proses Labelling Hasil Kuesioner
Sumber : Observasi Lapangan

Substansi Pertanyaan	Maksud / Tujuan
Ganggu_1	Untuk menggali respon mahasiswa apakah mereka terganggu dengan kebisingan walaupun dosen memakai pengeras suara
Ganggu_2	Alasan mahasiswa, bila dikatakan Trafik 'mengganggu'
Ganggu_3	Alasan mahasiswa, bila dikatakan trafik 'tidak mengganggu'
Konsen_1	Apabila dosen tanpa pengeras suara, apakah konsentrasi terganggu akibat kebisingan
Konsen_2	Apabila dosen dengan pengeras suara, apakah konsentrasi mahasiswa terganggu akibat kebisingan
Minat	Apakah minat mahasiswa dalam mengikuti kuliah terganggu dengan kebisingan trafik
Motivasi	Apakah motivasi belajar mahasiswa terganggu dengan adanya kebisingan trafik
IP_turun	Apakah kebisingan merupakan salah satu penyebab IP (Indeks Prestasi) mahasiswa turun
Renov_gd	Respon mahasiswa tentang renovasi aspek akustik bangunan
Renov_rg	Respon mahasiswa tentang renovasi aspek akusrik ruang kuliah.

4. Tabulasi Hasil Penelitian

Setelah melalui proses 'Labelling', maka hasil kuesioner ditabulasikan. Hasil tabulasi kuesioner responden mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Katholik Soegijapranata – Semarang, sebagai berikut :

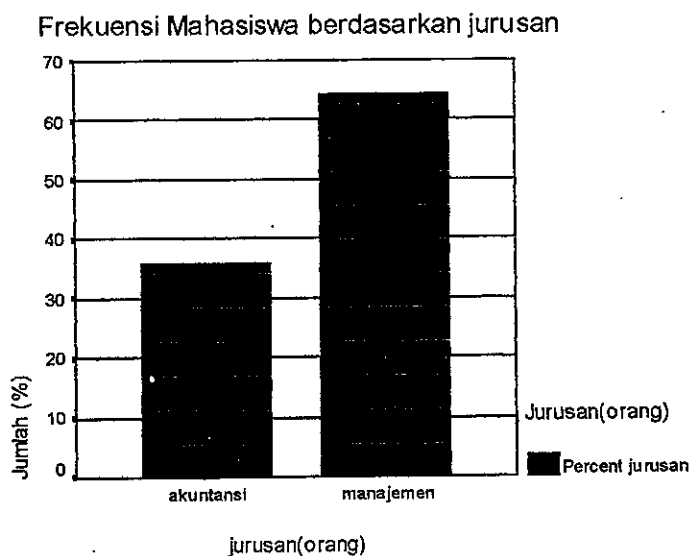
a. Deskripsi

Jumlah responden mahasiswa seluruhnya adalah 42 orang, dengan perincian berdasarkan jurusan adalah sebagai berikut ;Mahasiswa Akuntansi sebanyak 15 orang, atau 35.7 % dari populasi cuplikan.Mahasiswa Manajemen sebanyak 27 orang, atau 64.3 % dari populasi cuplikan .

Tabel 49. Frekuensi Mahasiswa Berdasarkan Jurusan
Sumber : Program SPSS, Observasi lapangan

		jurusan			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	akuntansi	15	35.7	35.7	35.7
	manajemen	27	64.3	64.3	100.0
Total		42	100.0	100.0	

Grafik 36. Frekuensi Mahasiswa Berdasarkan Jurusan
Sumber : Program SPSS, Observasi Lapangan



Sedangkan berdasarkan Lama Studi , maka deskripsi cuplikan adalah sebagai berikut :

Mahasiswa semester ke 2, sebanyak 18 orang, atau 42.9 %

Mahasiswa semester ke 4, sebanyak 11 orang, atau 26.2 %

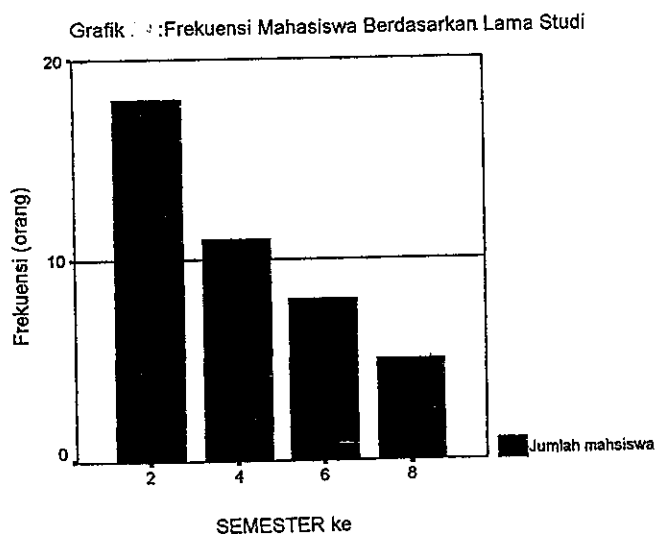
Mahasiswa semester ke 6, sebanyak 8 orang, atau 19 %

Mahasiswa semester ke 8, sebanyak 5 orang , atau 11.9 %.

Tabel 50 : Frekuensi Mahasiswa Berdasarkan lama Studi
Sumber ; Program SPSS , Observasi Lapangan

		SEMESTER			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	18	42.9	42.9	42.9
	4	11	26.2	26.2	69.0
	6	8	19.0	19.0	88.1
	8	5	11.9	11.9	100.0
	Total	42	100.0	100.0	

Grafik 37 :Frekuensi Mahasiswa Berdasarkan lama Studi
Sumber : Program SPSS , Observasi Lapangan



Tabel 51 : Crosstab frekuensi Mahasiswa Semester * Jurusan
 Sumber : Program SPSS , Observasi Lapangan

SEMESTER * jurusan Crosstabulation

			jurusan		Total
			akuntansi	managem en	
SEMESTER 2	Count		4	14	18
	% within SEMESTER		22.2%	77.8%	100.0%
	% within jurusan		26.7%	51.9%	42.9%
4	Count		3	8	11
	% within SEMESTER		27.3%	72.7%	100.0%
	% within jurusan		20.0%	29.6%	26.2%
6	Count		5	3	8
	% within SEMESTER		62.5%	37.5%	100.0%
	% within jurusan		33.3%	11.1%	19.0%
8	Count		3	2	5
	% within SEMESTER		60.0%	40.0%	100.0%
	% within jurusan		20.0%	7.4%	11.9%
Total	Count		15	27	42
	% within SEMESTER		35.7%	64.3%	100.0%
	% within jurusan		100.0%	100.0%	100.0%

Tabel 52 : Crosstab frekuensi mahasiswa Lama Studi * Jenis Kelamin
 Sumber : Program SPSS, Observasi lapangan

SEMESTER * jurusan Crosstabulation

			jurusan		Total
			akuntansi	managem en	
SEMESTER 2	Count		4	14	18
	% within SEMESTER		22.2%	77.8%	100.0%
	% within jurusan		26.7%	51.9%	42.9%
4	Count		3	8	11
	% within SEMESTER		27.3%	72.7%	100.0%
	% within jurusan		20.0%	29.6%	26.2%
6	Count		5	3	8
	% within SEMESTER		62.5%	37.5%	100.0%
	% within jurusan		33.3%	11.1%	19.0%
8	Count		3	2	5
	% within SEMESTER		60.0%	40.0%	100.0%
	% within jurusan		20.0%	7.4%	11.9%
Total	Count		15	27	42
	% within SEMESTER		35.7%	64.3%	100.0%
	% within jurusan		100.0%	100.0%	100.0%

b. Terganggu Kebisingan

Untuk mengetahui respon mahasiswa mengenai gangguan kebisingan, maka pada kuesionair terdapat 3 substansi pertanyaan yang berkaitan dengan ‘gangguan kebisingan’. Dari 3 pertanyaan, 2 substansi menggunakan jawaban berskala nominal, dan 1 substansi pertanyaan menggunakan jawaban berskala ordinal.

Yang pertama adalah bagaimana respon mahasiswa apabila dikatakan bahwa ‘bila kegiatan kuliah tidak menggunakan pengeras suara, maka kebisingan dari ruang kuliah akan mengganggu mahasiswa. Jawaban berskala ordinal dibuat, agar mahasiswa mendapatkan jawaban yang lebih fleksibel. Dan dalam observasi lapangan, hasilnya adalah sebagai berikut :

Tabel 53 : Crosstab Gangguan Kebisingan –I(SPSS-versi 0.9)

SEMESTER * terganggu Crosstabulation

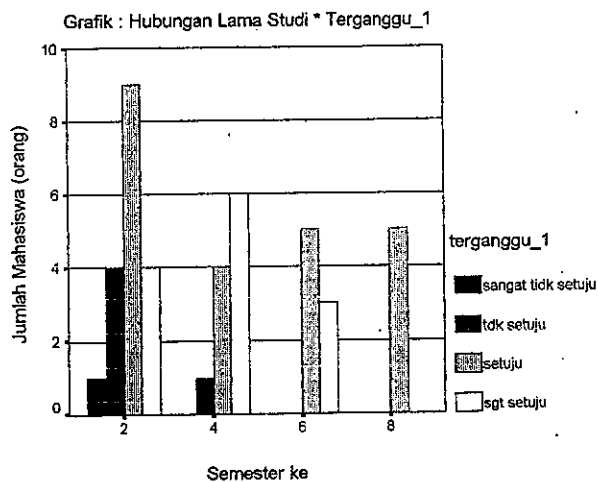
		terganggu				Total
		sangat tdk setuju	tdk setuju	setuju	sgt setuju	
SEMESTER 2	Count	1	4	9	4	18
	% within SEMESTER	5.6%	22.2%	50.0%	22.2%	100.0%
4	Count		1	4	6	11
	% within SEMESTER		9.1%	36.4%	54.5%	100.0%
6	Count			5	3	8
	% within SEMESTER			62.5%	37.5%	100.0%
8	Count			5		5
	% within SEMESTER			100.0%		100.0%
Total	Count	1	5	23	13	42
	% within SEMESTER	2.4%	11.9%	54.8%	31.0%	100.0%

Dalam tabel di atas ditemukan jawaban bermuatan “setuju” atas pertanyaan substansi terganggu yang pertama ini, sebanyak 85.8 % responden mahasiswa. Jawaban tersebut dapat diperinci menjadi 2, yaitu jawaban “setuju” sebanyak 54.8%, dan “sangat setuju” sebanyak 31%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa: *sebagian besar mahasiswa (85.8%) mengatakan bahwa apabila kegiatan kuliah tidak menggunakan*

pengeras suara, maka mereka terganggu dan sangat terganggu dengan kebisingan dari luar ruang kuliah.

Sedangkan grafik hasil observasi penelitian yang menggambarkan hubungan antara Lama Studi dan alasan terganggu tersebut, adalah sebagai berikut :

Grafik 38: Hubungan Lama Studi dan Terganggu_1 (SPSS, versi 0.9)



Yang kedua adalah apakah alasan mahasiswa , jika dikatakan kebisingan itu ‘ mengganggu ‘. Dalam observasi penelitian ditemukan hasil sebagai berikut :

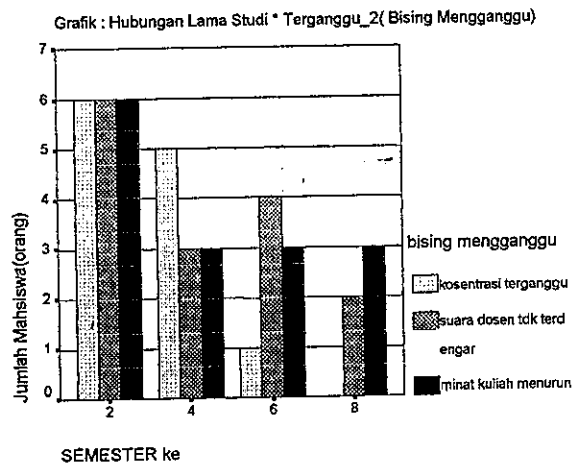
Tabel 54 : Crosstabulasi Lama Studi – Bising Mengganggu (SPSS ,versi 0.9)

SEMESTER * bising mengganggu Crosstabulation

		bising mengganggu			Total
		konsentrasi terganggu	suara dosen tdk terdengar	minat kuliah menurun	
SEMESTER 2	Count	6	6	6	18
	% within SEMESTER	33.3%	33.3%	33.3%	100.0%
4	Count	5	3	3	11
	% within SEMESTER	45.5%	27.3%	27.3%	100.0%
6	Count	1	4	3	8
	% within SEMESTER	12.5%	50.0%	37.5%	100.0%
8	Count		2	3	5
	% within SEMESTER		40.0%	60.0%	100.0%
Total	Count	12	15	15	42
	% within SEMESTER	28.6%	35.7%	35.7%	100.0%

Grafik 39 : Frekuensi Alasan Bising Mengganggu Berdasarkan Lama Studi Mahasiswa.

Sumber : Program SPSS , Observasi Lapangan



Dari observasi lapangan, didapatkan hasil bahwa alasan mahasiswa tentang 'bising mengganggu', adalah karena : konsentrasi mereka terganggu (28.6%) ; suara dosen tidak terdengar (35.7%) dan minat belajar mereka menjadi menurun (35.7%). Sehingga dapat disimpulkan dari substansi pertanyaan tersebut di atas bahwa : *Mahasiswa merasa terganggu dengan kebisingan lingkungan gedung Yustinus.*

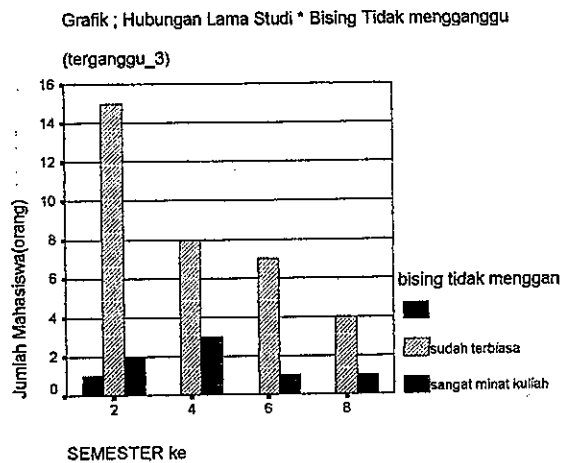
Yang ketiga adalah bagaimana alasan mahasiswa , apabila dikatakan ' Bising tidak mengganggu . Hasilnya dalah sebagai berikut :

Tabel 55 : Crosstabulasi lama Studi – bising Tidak mengganggu (SPSS,versi0.9)

SEMESTER * bising tidak mengganggu Crosstabulation

	SEMESTER		bising tidak mengganggu			Total
			sudah terbiasa	sangat minat kuliah		
	2	Count	15	2	1	18
	2	% within SEMESTER	83.3%	11.1%	5.6%	100.0%
	4	Count	8	3		11
	4	% within SEMESTER	72.7%	27.3%		100.0%
	6	Count	7	1		8
	6	% within SEMESTER	87.5%	12.5%		100.0%
	8	Count	4	1		5
	8	% within SEMESTER	80.0%	20.0%		100.0%
	Total	Count	34	7	1	42
	Total	% within SEMESTER	81.0%	16.7%	2.4%	100.0%

Grafik 40 : Alasan Mahasiswa Bising Tidak mengganggu Berdasarkan Lama Studi Mahasiswa (SPSS ,versi 0.9)



Dari jawaban mahasiswa tersebut, ditemukan kenyataan bahwa sebagian besar mahasiswa merasa sudah terbiasa dengan suara bising dilingkungan kampus mereka (81%) , walaupun sebenarnya mereka merasa terganggu .

c. Penurunan Konsentrasi Belajar

Untuk mengetahui respon mahasiswa , yang berkaitan dengan konsentrasi belajar, maka dibuat 2 substansi pertanyaan mengenai gangguan terhadap konsentrasi mahasiswa. Yang pertama adalah bagaimana respon mahasiswa apabila dosen memberi kuliah, tanpa menggunakan alat penguat suara. Dan yang kedua adalah bagaimana tanggapan mahasiswa, apabila dosen memberi kuliah dengan menggunakan alat penguat suara.

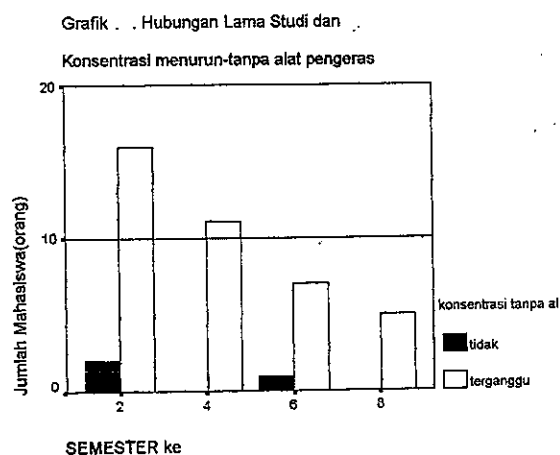
Hasil dari substansi pertanyaan yang pertamanya, berdasarkan observasi lapangan dibuat dalam bentuk tabel dan grafik sebagai berikut :

Tabel 56 : Crosstabulasi Konsentrasi tanpa alat Berdasarkan lama Studi (SPSS, versi 0.9)

SEMESTER * konsentrasi tanpa alat Crosstabulation

			konsentrasi tanpa alat		Total
			tidak	terganggu	
SEMESTER	2	Count	2	16	18
		% within SEMESTER	11.1%	88.9%	100.0%
	4	Count		11	11
		% within SEMESTER		100.0%	100.0%
	6	Count	1	7	8
		% within SEMESTER	12.5%	87.5%	100.0%
	8	Count		5	5
		% within SEMESTER		100.0%	100.0%
Total		Count	3	39	42
		% within SEMESTER	7.1%	92.9%	100.0%

Grafik 41 : Hubungan Lama Studi(Adaptasi) dengan Alasan Konsentrasi menurun (tanpa alat)



Dari hasil penelitian didapatkan temuan : *Sebagian besar(92.9%) mahasiswa menurun konsentrasi belajarnya, pada saat kuliah tidak menggunakan alat pengeras suara.* Pernyataan ini dapat dimaklumi, mengingat suara bising yang masuk ke dalam ruangan tentunya akan mempengaruhi besar 'suara berguna' di dalam ruang kuliah.

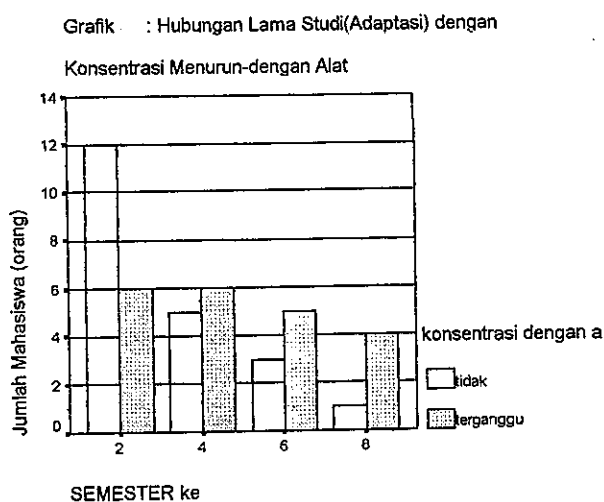
Hasil angket yang kedua mengenai konsentrasi mahasiswa, apabila dosen memberi kuliah dengan alat pengeras suara, adalah sebagai berikut ;

Tabel 57 : Crostabulasi Konsentrasi Dengan Alat – Berdasarkan Lama Studi
 Sumber : Program SPSS , Observasi Lapangan

SEMESTER * konsentrasi dengan alat Crosstabulation

			konsentrasi dengan alat		Total
			tidak	terganggu	
SEMESTER	2	Count	12	6	18
		% within SEMESTER	66.7%	33.3%	100.0%
	4	Count	5	6	11
		% within SEMESTER	45.5%	54.5%	100.0%
	6	Count	3	5	8
		% within SEMESTER	37.5%	62.5%	100.0%
	8	Count	1	4	5
		% within SEMESTER	20.0%	80.0%	100.0%
Total		Count	21	21	42
		% within SEMESTER	50.0%	50.0%	100.0%

Grafik 42 : Hubungan Lama Studi (Adaptasi) dengan Konsentrasi Menurun dengan Alat (SPSS, versi 0.9)



Dari observasi penelitian ini didapatkan temuan : Bahwa terjadi penurunan jumlah mahasiswa responden penelitian sebesar 42.9% (92.9%-50%) yang merasa terganggu oleh kebisingan , dengan digunakannya alat penguat suara pada saat kuliah berlangsung.

d. Penurunan Motivasi Belajar

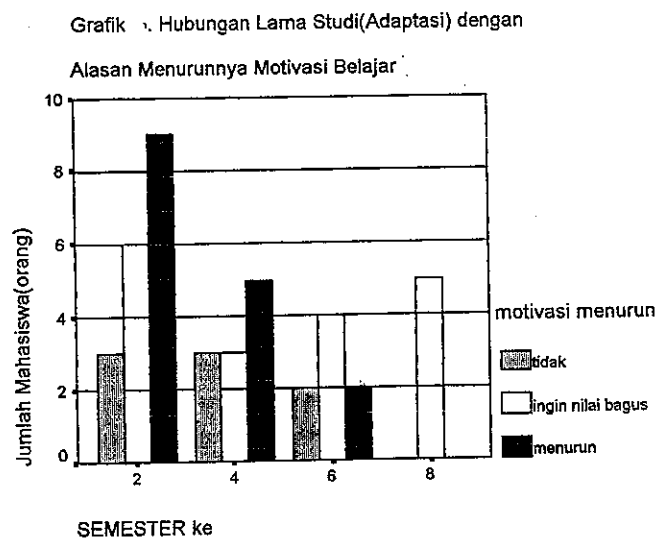
Substansi pertanyaan diarahkan untuk mengetahui respon mahasiswa mengenai menurunnya motivasi belajar, karena kebisingan. Dan hasilnya adalah sebagai berikut

Tabel 58 : Crosstabulasi Motivasi Turun Berdasarkan Lama Studi (SPSS, versi 0.9)

SEMESTER * motivasi menurun Crosstabulation

			motivasi menurun			Total
			tidak	ingin nilai bagus	menurun	
SEMESTER 2	Count	3	6	9	18	
	% within SEMESTER	16.7%	33.3%	50.0%	100.0%	
4	Count	3	3	5	11	
	% within SEMESTER	27.3%	27.3%	45.5%	100.0%	
6	Count	2	4	2	8	
	% within SEMESTER	25.0%	50.0%	25.0%	100.0%	
8	Count		5		5	
	% within SEMESTER		100.0%		100.0%	
Total	Count	8	18	16	42	
	% within SEMESTER	19.0%	42.9%	38.1%	100.0%	

Grafik 43: Hubungan Lama Studi(Adaptasi) dengan Alasan Penurunan Motivasi (SPSS, versi 0.9)



Dalam observasi ini, didapatkan temuan bahwa : *Lebih dari sepertiga responden merasa motivasi belajar mereka menurun akibat kebisingan ini, dan hanya sebagian kecil responden saja (19%) yang merasa tidak terpengaruh dengan kebisingan ini. Namun yang menarik disini adalah bahwa hampir separuh responden (42.9%) memilih mengabaikan kebisingan ini, karena keinginan mereka untuk mendapatkan hasil belajar yang memuaskan.*

e. Penurunan Indeks Prestasi

Substansi pertanyaan ini dibuat untuk mengetahui apakah kebisingan merupakan penyebab dari turunnya IP mahasiswa .

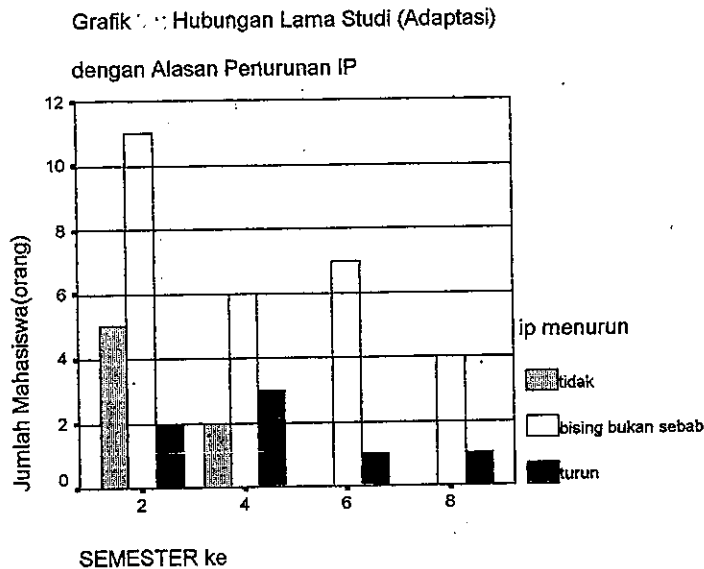
Hasilnya adalah sebagai berikut :

Tabel 59 : Crosstabulasi IP Menurun Berdasarkan Lama Studi (SPSS, versi 0.9)

SEMESTER * ip menurun Crosstabulation

		ip menurun			Total
		tidak	bising bukan sebab	turun	
SEMESTER 2	Count	5	11	2	18
	% within SEMESTER	27.8%	61.1%	11.1%	100.0%
4	Count	2	6	3	11
	% within SEMESTER	18.2%	54.5%	27.3%	100.0%
6	Count		7	1	8
	% within SEMESTER		87.5%	12.5%	100.0%
8	Count		4	1	5
	% within SEMESTER		80.0%	20.0%	100.0%
Total	Count	7	28	7	42
	% within SEMESTER	16.7%	66.7%	16.7%	100.0%

Grafik 44 : Hubungan Lama Studi (Adaptasi) dengan Alasan Penurunan IP



Dari observasi penelitian didapatkan temuan bahwa : Walaupun sebagian dari mereka mengalami penurunan IP, namun sebagian besar mahasiswa responden (66.7%) berpendapat bahwa Kebisingan bukan merupakan penyebab dari turunnya Index Prestasi mahasiswa .Jadi sampai dengan observasi untuk Analisa kualitatif keempat ini, dapat dilihat kenyataan bahwa para mahasiswa cukup terganggu dengan kebisingan yang mereka terima, namun terdapat motivasi diri yang cukup kuat untuk tetap mendapatkan hasil belajar yang baik. Oleh karena itu mereka pada umumnya berpendapat bahwa kebisingan bukan penyebab menurunnya IP (Indeks Prestasi), dan penurunan IP lebih disebabkan karena usaha yang bersifat individual dari masing-masing mahasiswa.

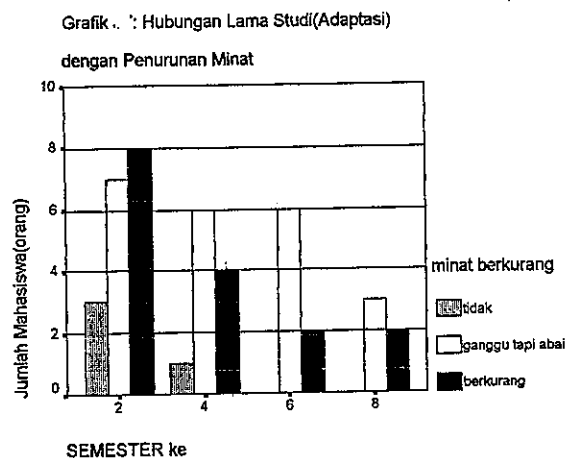
f. Penurunan Minat Belajar

Substansi pertanyaan ini dibuat untuk mengetahui apakah kebisingan merupakan penyebab dari menurunnya minat belajar mahasiswa. Dan observasi penelitian memberikan hasil sebagai berikut :

Tabel 60 : Crosstabulasi Penurunan Minat Belajar Berdasarkan Lama Studi (Spss, versi 0.9)

		minat berkurang Crosstabulation			Total
		tidak	ganggu tapi abai	berkurang	
SEMESTER 2	Count	3	7	8	18
	% within SEMESTER	16.7%	38.9%	44.4%	100.0%
4	Count	1	6	4	11
	% within SEMESTER	9.1%	54.5%	36.4%	100.0%
6	Count		6	2	8
	% within SEMESTER		75.0%	25.0%	100.0%
8	Count		3	2	5
	% within SEMESTER		60.0%	40.0%	100.0%
Total	Count	4	22	16	42
	% within SEMESTER	9.5%	52.4%	38.1%	100.0%

Grafik 45 : Hubungan lama Studi (Adaptasi) dengan Alasan Penurunan Minat belajar (SPSS, versi 0.9)



Hasil penelitian yang ditunjukkan oleh jawaban yang diperoleh dari substansi

pertanyaan 'penurunan minat belajar' ada kaitannya dengan jawaban yang diperoleh

dari substansi pertanyaan penurunan konsentrasi belajar –dengan alat pengeras suara. Hal ini ditunjukkan oleh jawaban tertutup point c yang memuat unsur ‘pemakaian alat pengeras suara’. Hasil penelitian ini memberikan kenyataan bahwa : Lebih dari sepertiga responden mengatakan mengalami penurunan minat belajar, dan hanya sedikit (9,5%) yang mengatakan tidak mengalami penurunan minat belajar. Dan yang menarik pada hasil penelitian ini, adalah terdapat lebih dari separuh responden yang memilih mengabaikan kebisingan, walaupun sebenarnya mereka merasa terganggu dengan kebisingan tersebut.

g. Respon Renovasi Ruang

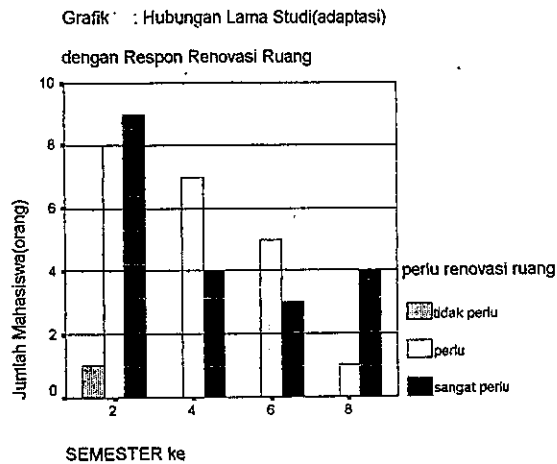
Substansi pertanyaan ini dibuat untuk menjangring tanggapan mahasiswa mengenai apakah ruang kuliah yang sekarang ada ,perlu diadakan peningkatan kualitas ruang terutama yang berkaitan dengan ‘akustik ruang’ nya. Observasi penelitian memberikan hasil,yang dioleh dalam bentuk tabel dan grafik sebagai berikut :

Tabel 61 : Crosstabulasi Respon Renovasi Ruang berdasarkan Lama Studi Mahasiswa (SPSS, versi 0.9)

SEMESTER * perlu renovasi ruang Crosstabulation

		perlu renovasi ruang			Total
		tidak perlu	perlu	sangat perlu	
SEMESTER 2	Count	1	8	9	18
	% within SEMESTER	5.6%	44.4%	50.0%	100.0%
4	Count		7	4	11
	% within SEMESTER		63.6%	36.4%	100.0%
6	Count		5	3	8
	% within SEMESTER		62.5%	37.5%	100.0%
8	Count		1	4	5
	% within SEMESTER		20.0%	80.0%	100.0%
Total	Count	1	21	20	42
	% within SEMESTER	2.4%	50.0%	47.6%	100.0%

Grafik 46 : Hubungan Lama Studi (Adaptasi) dengan Respon Renovasi Ruang (SPSS versi 0.9)



Dari hasil penelitian dapat dikatakan bahwa : *Hampir seluruh responden menjawab perlu diadakan renovasi ruang (97.6%) dan hanya 2.4% yang menjawab tidak perlu diadakan renovasi pada ruang kuliah.* Jawaban ini memberikan kenyataan bahwa pemakai bangunan merasakan perlu diadakan peningkatan kualitas ruang kuliah yang disebabkan karena kendala kebisingan .

Dari seluruh rangkaian observasi penelitian untuk analisa kualitatif ini maka, dapatlah ditemukan suatu fakta bahwa : Kebisingan lingkungan pada gedung Yustinus sudah memberikan gangguan yang cukup berarti bagi pemakai bangunan. Pernyataan ini dapat ditarik dan disimpulkan dari hasil jawaban mahasiswa yang intinya adalah sebagian besar merasa 'terganggu' dengan kebisingan ini, yang diwujudkan dengan jawaban 'terganggu', 'sangat terganggu', 'konsentrasi terganggu', 'motivasi menurun', 'minat belajar menurun' . Namun demikian sebagian besar dari responden memilih untuk mengabaikan faktor kebisingan ini, sebab mereka sangat menginginkan hasil

dan prestasi belajar yang baik. Hal ini dicerminkan oleh jawaban mereka sebagai 'merasa terganggu, namun diabaikan', dan 'merasa terganggu, namun menginginkan nilai bagus' yang menunjukkan prosentase sekitar 50% (42.9% untuk substansi 'motivasi menurun' dan 52.4% untuk substansi 'minat menurun').

Jadi ada dorongan yang kuat pada diri mahasiswa untuk memacu motivasi diri, agar mereka dapat mencapai hasil belajar yang maksimal, dengan cara 'mengabaikan' faktor kebisingan lingkungan ini. Mereka memilih jalan ini, karena memang belum ada rencana ataupun usaha yang konkrit dari pihak pengelola Yayasan sebagai pemilik bangunan untuk mengadakan peningkatan kualitas bangunan dari segi akustik bangunan. Oleh karena itu pada saat diberikan pertanyaan yang memuat substansi 'renovasi ruang', hampir seluruhnya (97.6%) memberikan jawaban 'setuju' atas usaha renovasi ruang ini.

BAB V ANALISA

Berdasarkan kerangka atau alur pikir penelitian yang sudah dijabarkan dalam Bab III Metodologi Penelitian, maka dalam Analisa ini disajikan berbagai cara analisa yang paralel dengan permasalahan penelitian dan Hipotesa Penelitian . Namun , berdasarkan alur pembahasan penyusunan thesis , yang dalam tinjauan pustaka , juga membicarakan ‘ Arsitektur Tropis ‘ , maka dalam analisa ini juga akan disajikan secara singkat hal – hal yang berkaitan dengan analisa aspek – aspek tropis pada Bangunan Yustinus – Universitas Katholik Soegijapranata Semarang. Pembahasan mengenai analisa bangunan berdasarkan aspek tropis ini diperlukan, untuk memberikan argumentasi yang jelas mengenai disain bangunan, terutama elemen balkon dan kanopi , yang merupakan perwujudan bangunan berdasarkan pertimbangan aspek tropis – lembab. Untuk itu akan dibahas disini secara berurutan , pertama adalah analisa bangunan berdasar aspek tropis , dilanjutkan dengan analisa bangunan berdasarkan aspek akustik lingkungan .

5.1 ANALISA BANGUNAN BERDASARKAN ASPEK TROPIS

Dalam tinjauan pustaka , telah dibahas berbagai aspek – aspek tropis yang mempengaruhi bangunan. Aspek – aspek tropis itu diantaranya adalah ; panas dan silau matahari, temperatur udara, kelembaban udara, hujan, serta angin. Berdasarkan observasi yang telah dilakukan oleh peneliti, maka dapat diuraikan disini analisa bangunan berdasarkan aspek tropis tersebut, sebagai berikut :

A. Panas dan Silau Matahari

Bagian bangunan yang paling banyak menerima panas dan silau matahari adalah bagian fasade bangunan. Fasade bangunan di dalam batasan pengertian pada tinjauan pustaka adalah sama dengan pengertian selubung bangunan. Sedangkan selubung bangunan yang sangat mencolok pada bangunan Yustinus adalah Fasade sebelah Timur Laut dan sebelah Barat Daya. Hal ini dapat dimengerti, mengingat sumbu bangunan adalah sumbu Barat Laut – Tenggara (lihat Gambar 27 – halaman 94)



Foto 23 . Fasade Timur laut Bangunan (sumber Observasi Lapangan)
Fasade Timur Laut yang sarat dengan elemen balkon dan kanopi

Berdasarkan sudut pembayangan matahari (tabel 12) , maka pada tanggal 22 Juni , fasade Timur Laut yang sarat dengan elemen balkon dan kanopi, akan menerima sudut pembayangan vertikal sebesar 14° - 77° . Sedangkan sudut bayangan horisontal yang diterima oleh elemen balkon dan kanopi ini adalah sebesar 94° pada jam 6.40, 85°

pada jam 8.40 dari arah Timur - Tenggara dan mengecil menjadi 54° dari arah Timur Laut pada jam 10.40.

Sudut datang matahari yang relatif rendah pada tengah tahun pertama dibandingkan dengan tengah tahun kedua, membuat pancaran sinar matahari mempertinggi derajat panas permukaan fasade sebelah timur laut ini, dan mempertinggi suhu permukaan dinding ruang – ruang yang berbatasan langsung dengan fasade timur laut ini.

Fasade Barat Laut bangunan, pada tanggal 22 Juni, mendapatkan cukup sinar dan cahaya matahari pada jam 11.40 sampai dengan jam 16.40, dengan sudut vertikal 60° dan menurun sampai 13° . Sedangkan sudut pembayangan horisontal adalah 60° mengecil sampai 37° pada jam 16.40 (lihat tabel 13).

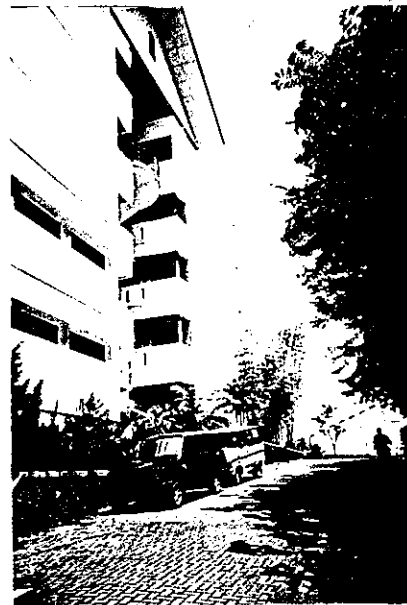


Foto 24. Fasade Barat Laut Bangunan
Sumber : Observasi Lapangan

Fasade Tenggara bangunan, pada tanggal 22 Juni, mendapatkan cukup sinar dan cahaya matahari pada jam 6.38 sampai dengan jam 10.38, dengan sudut pembayangan vertikal antara 0° sampai dengan 70° . Sedangkan sudut pembayangan horisontal dari arah Tenggara, sebesar 39° terhadap sumbu tegak lurus fasade tenggara (lihat tabel 14

). Dan mempunyai sudut horisontal 26° terhadap sumbu tegak lurus fasade tenggara

bangunan. Balkon barat daya bangunan mendapatkan sudut vertikal yang berkisar antara 4° - 82° dan sudut horisontal antara 7° - 89° terhadap sumbu tegak lurus fasade bangunan (lihat tabel 15).

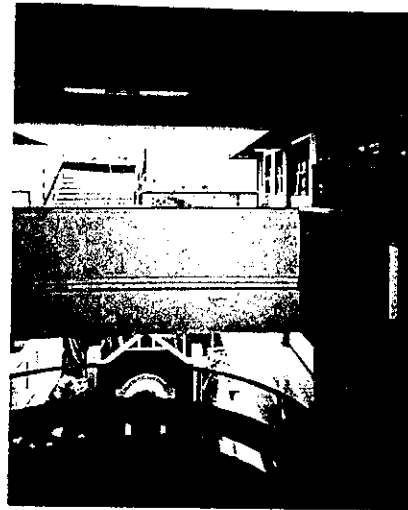
Pada tanggal 22 Juni ini, cahaya matahari masuk ke dalam bangunan pada fasade timur laut pada jam 7.40 sampai dengan 10.40, dan pada fasade barat daya pada jam 11.38 sampai dengan jam 17.38 . Sedangkan pada jam 10.40 – 11.38 , fasade timur laut maupun fasade barat daya kurang mendapatkan sinar, karena pada jam tersebut, sinar matahari efektif mengenai fasade barat laut bangunan, dimana pada fasade ini juga terdapat ' entrance' bangunan.

B. Temperatur Udara

Berdasarkan tabel 16, bab IV diperlihatkan hasil pengukuran temperatur udara pada bangunan Yustinus . Secara jelas dapat diketahui dari tabel tersebut , bahwa ruang – ruang kuliah memiliki temperatur yang relatif lebih besar daripada ruang – ruang antara seperti hal- hal selasar dan tangga hall tengah. Ruang – ruang antara yang terdapat pada vestibul bangunan tersebut mendapatkan temperatur yang lebih rendah, karena konsep bangunan yang memasukkan ruang luar ke dalam bangunan.

Oleh karena itu bangunan , dari aspek temperatur ini, berhasil dengan baik dalam hal mewujudkan Arsitektur tropis, walaupun dilihat dari aspek yang lain terdapat kontradiksi yang memberikan dampak negatif bagi pemakai bangunan.

Foto 25. Vestibule bangunan Yustinus -- Unika Soegijapranata. Membuat temperatur ruang - ruang bangunan seperti hal, selasar, dan tangga utama, menjadi lebih rendah daripada ruang - ruang bangunan yang lain.



C. Kelembaban Udara dan Hujan

Dari aspek tropis diketahui bahwa semakin tinggi temperatur, semakin tinggi juga kandungan uap air yang dapat dikandung oleh udara, artinya kelembabannya semakin tinggi. Gedung Yustinus banyak dikelilingi oleh pepohonan besar yang ditanam disekeliling tapak bangunan. Kondisi ini menyebabkan udara yang nyaman terjadi di sekeliling bangunan.

Namun sangat disayangkan dari aspek hujan, bangunan Yustinus ini belum dapat mengantisipasi kendala tampias air hujan, terutama pada ruang - ruang antara serti hall, selasar dan tangga - tangga utama. Ruang - ruang ini mengalami tampias , sehingga pada waktu hujan ruang - ruang ini juga mengalami genangan air hujan , sehingga mengakibatkan tidak nyaman bagi pemakai bangunan.

D. Angin

Angin juga merupakan penyebab lebih parahnya tampias air hujan di ruang – ruang antara bangunan . Menurut observasi lapangan , angin ini secara simultan berubah – ubah arahnya. Kondisi seperti ini juga mempengaruhi aspek lain dari penelitian ini, yaitu aspek akustik lingkungan. Karena pada dasarnya angin juga mempengaruhi tingkat intensitas bunyi di udara.

5.2. ANALISA BANGUNAN DARI ASPEK AKUSTIK LINGKUNGAN

Sebelum menginjak pada analisa mengenai akustik lingkungan pada bangunan , maka sesuai dengan alur pikir penelitian dimana pada intinya penelitian ini adalah untuk menguji Hipotesa – Hipotesa Penelitian, maka akan ditampilkan kembali Hipotesa – hipotesa Penelitian yang telah disebutkan pada bab I. Hipotesa Penelitian adalah :

- a. Kebisingan Trafik kendaraan , baik di jalan Tol maupun di Jalan Pawiyatan Luhur, memberikan pengaruh terhadap Tingkat Intensitas Kebisingan Ruang Bangunan.
- b. Disain balkon dan kanopi bangunan Yustinus – Unika , Buruk dalam hal akustik, sehingga penambahan bahan absorber pada elemen bangunan tersebut dapat secara efektif menurunkan tingkat intensitas kebisingan di dalam ruang bangunan.

Disamping Hipotesa penelitian tersebut, maka paralel dengan Alur Pikir Penelitian, maka juga akan diteliti mengenai analisa kualitatif, berupa dampak kebisingan lingkungan terhadap pemakai bangunan. Dalam analisa kualitatif ini juga akan dilakukan evaluasi,

apakah variabel “Adaptasi” yang dicerminkan dengan “lama studi mahasiswa” mempengaruhi hasil penelitian.

Sedangkan metode analisa yang digunakan sebagai pendekatan dalam menguji Hipotesa penelitian adalah :

- a. Pendekatan analisa kuantitatif untuk Uji Hipotesa Satu, dengan menggunakan analisa Regresi Berganda – metode ‘ Backward Elimination ‘ . Analisa Regresi berganda ini diambil dari Program Statistik yang disebut SPSS (*Statistical Product and Service Solution*). Sedangkan Metode *Backward Elimination* dalam SPSS adalah metode regresi Berganda yang dalam analisa mengeluarkan satu persatu, selangkah demi selangkah variabel independent (variabel bebas) , mulai dari yang paling lemah pengaruhnya terhadap variabel tergantung (dependent variabel).
- b. Pendekatan analisa kuantitatif untuk uji Hipotesa Dua, dengan menggunakan : Uji T – Sample Berpasangan , Statistik Inferensi pada program Statistik SPSS. Statistik Inferensi adalah Statistik yang digunakan untuk mengadakan perkiraan , peramalan, dan pengambilan keputusan (Singgih Santoso, 1999).

Dalam masing – masing pembahasan kedua Uji Hipotesa tersebut, akan dikemukakan dua Hipotesa : yaitu Hipotesa Nol (Null Hypothesis) dan Hipotesa Satu (Alternative Hypothesis). Dengan ketentuan bahwa Kedua Hipotesa Penelitian akan terbukti, apabila Hipotesa Nol ditolak (Singgih Santoso, 1999).

Ada dua macam syarat yang perlu diperhatikan dalam melakukan Uji Hipotesa ini, agar

dapat tercapai Hipotesa Nol ditolak. Kedua macam syarat tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Dari Nilai probabilitas , H_0 ditolak apabila nilai probabilitas < 0.05 .
- b. Dari Perbandingan nilai T – Hitung dengan T – Tabel, H_0 ditolak jika T Hitung $>$ T Tabel (lihat lampiran 08)

Kedua persyaratan tersebut berarti bahwa H_1 diterima, atau sama dengan Hipotesa Penelitian terbukti.

Selain Uji Hipotesa di atas, akan dilakukan Analisa Deskriptif , dengan menggunakan Statistik Deskriptif, berupa Distribusi frekuensi, dan ‘ Crosstab’, dengan program Statistik SPSS. Dalam Analisa Deskriptif akan dibahas hubungan variabel ‘Adaptasi’ yang dicerminkan oleh ‘ Lama Studi Mahasiswa’ (semester ke), dengan :

- a. Alasan mahasiswa mengenai ‘gangguan kebisingan’
- b. Alasan mahasiswa mengenai Penurunan Konsentrasi Belajar.
- c. Alasan mahasiswa mengenai ‘Penurunan Motivasi belajar’
- d. Alasan mahasiswa mengenai ‘Penurunan Indeks Prestasi’
- e. Alasan mahasiswa mengenai ‘Penurunan Minat Belajar’
- f. Alasan mahasiswa mengenai ‘Perbaikan Ruang dalam hal Akustik’

A. Analisa Kuantitatif Uji Hipotesa Satu

1. Deskripsi

Dalam deskripsi yang didapatkan dari Analisa Regresi didapat bahwa Rata-rata Tingkat Intensitas Ruang adalah 55.9291 dBA, dengan penyimpangan sebesar 3.1648

dBA. Sedangkan rata-rata tingkat Intensitas Kebisingan untuk Jalan Tol adalah

sebesar 84.3731 dBA dengan penyimpangan (standar deviasi) sebesar 2.6209 dBA dan rata- rata tingkat Intensitas kebisingan di Jalan Pawiyatan (L_{pawit}) adalah sebesar 81.2907 dBA dengan penyimpangan sebesar 3.1148 dBA. Berikut ini adalah Tabel Statistik Deskriptif – Uji Hipotesa Satu.

Tabel 62 . Statistik Deskriptif – Uji Hipotesa Satu.
Sumber : Program Statistik SPSS Versi 0.9 for Windows

Descriptive Statistics			
	Mean	Std. Deviation	N
L_RUANG	55.9291	3.1648	49
L_TOL	84.3731	2.6209	49
L_PAWIT	81.2907	3.1148	49
TEMP	27.3673	.9116	49
VOLUME	530.6845	234.9216	49
ANGIN	120.3061	99.5218	49
jarak dari tol	1.4898	.5051	49
RT	1.856288	.663073	49
TINGGI	17.3469	5.8734	49
BG_NOISE	43.5980	2.6259	49

Nilai Tingkat Intensitas Kebisingan di dalam Ruang Kuliah yang sebesar 55.9291 dBA ini sesuai dengan Baku Tingkat Kebisingan Kawasan sudah sedikit melebihi batas yang diperbolehkan (55 dBA). Berdasarkan tabel 05 (Tingkat Kebisingan ekuivalen Yang Diperbolehkan Terhadap Kesehatan) nilai ini sudah melebihi sebesar 10.9291 dBA untuk kriteria ‘ mengganggu kegiatan’ dan sudah melebihi batas ‘perlindungan pendengaran’. Dan berdasarkan tabel 8 (kriteria Gangguan Percakapan) angka tersebut di atas termasuk dalam kriteria ‘mengganggu percakapan’.

2. Hubungan

Hubungan antara variabel terpengaruh (dependent) , yaitu Tingkat Intensitas Kebisingan di Dalam Ruang (selanjutnya disebut L ruang) dengan variabel bebas ,

yaitu Tingkat Intensitas Kebisingan Jalan Tol (selanjutnya disebut $L_{\text{bunyi tol}}$) dan Tingkat Intensitas Kebisingan Jalan Pawiyatan Luhur (selanjutnya disebut $L_{\text{bunyi pawit}}$) dapat dilihat pada tabel 63.

Tabel 63. Hubungan antara variabel terikat dan variabel bebas Penelitian
Sumber : Program Statistik SPSS Versi 0.9 for windows.

		Correlations									
		L_RUANG	L_TOL	L_PAWIT	TEMP	VOLUME	ANGIN	jarak dari tol	RT	TINGGI	BG_NOISE
Pearson Correlation	L_RUANG	1.000	.087	.075	-.257	-.070	.105	-.287	-.105	.196	.106
	L_TOL	.087	1.000	-.019	.058	.493	.094	.228	.102	.259	.046
	L_PAWIT	.075	-.019	1.000	-.286	-.111	.221	-.224	-.113	-.190	-.121
	TEMP	-.257	.058	-.286	1.000	-.149	-.167	-.014	.100	-.041	.055
	VOLUME	-.070	.493	-.111	-.149	1.000	.038	.124	.634	.459	.317
	ANGIN	.105	.094	.221	-.167	.038	1.000	-.152	-.049	.152	.105
	jarak dari tol	-.287	.228	-.224	-.014	.124	-.152	1.000	.014	.001	-.219
	RT	-.105	.102	-.113	.100	.634	-.049	.014	1.000	.390	.614
	TINGGI	.196	.259	-.190	-.041	.459	.152	.001	.390	1.000	.846
	BG_NOISE	.106	.046	-.121	.055	.317	.105	-.219	.614	.846	1.000
Sig. (1-tailed)	L_RUANG		.277	.304	.037	.315	.237	.023	.236	.089	.233
	L_TOL	.277		.449	.345	.000	.261	.057	.243	.036	.377
	L_PAWIT	.304	.449		.023	.224	.063	.219	.096	.204	.204
	TEMP	.037	.345	.023		.154	.126	.247	.390	.354	.354
	VOLUME	.315	.000	.224	.154		.398	.199	.000	.013	.013
	ANGIN	.237	.261	.063	.126	.398		.148	.369	.148	.236
	jarak dari tol	.023	.057	.061	.461	.199	.148		.463	.497	.065
	RT	.236	.243	.219	.247	.000	.369	.463		.003	.000
	TINGGI	.089	.036	.096	.390	.000	.148	.497	.003		.000
	BG_NOISE	.233	.377	.204	.354	.013	.236	.065	.000	.000	
N	L_RUANG	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
	L_TOL	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
	L_PAWIT	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
	TEMP	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
	VOLUME	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
	ANGIN	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
	jarak dari tol	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
	RT	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
	TINGGI	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
	BG_NOISE	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49

Dari tabel , diketahui bahwa hubungan antara $L_{\text{bunyi-ruang}}$ dengan $L_{\text{bunyi-tol}}$ dan $L_{\text{bunyi-pawit}}$ sebenarnya sangat kecil,yaitu 0.087 untuk nilai hubungan $L_{\text{bunyi-ruang}}$ dan $L_{\text{bunyi-tol}}$ dan 0.075 untuk nilai hubungan $L_{\text{bunyi-ruang}}$ dan $L_{\text{bunyi-pawit}}$ (Nilai hubungan dianggap erat,

apabila nilai hubungannya mendekati 1). Sedangkan hubungan antara $L_{\text{bunyi-ruang}}$ dengan variabel independent lain yang lebih besar, ditunjukkan oleh variabel-variabel : 'temperatur' (0.257), 'jarak' (0.287), 'ketinggian' (0.196), 'Background Noise' (0.106), 'Waktu Dengung' yang dicerminkan oleh variabel 'RT' (0.105), dan 'Angin' (0.105).

Jadi dapat disimpulkan bahwa $L_{\text{bunyi-tol}}$ dan $L_{\text{bunyi-pawit}}$ tidak akan mempengaruhi $L_{\text{bunyi-ruang}}$ secara signifikan, apabila tidak ada variabel-variabel 'pengaruh' yang lain seperti : temperatur, jarak, ketinggian, Background Noise, Waktu Dengung dan Angin tersebut di atas. Selain itu seperti telah dijelaskan pada tinjauan pustaka di muka, bahwa 'Jarak' dan 'Ketinggian bangunan' adalah faktor – faktor yang penting dalam tingkat intensitas bunyi dan propagasi (perambatan) suara. Seperti telah dijelaskan dalam tinjauan pustaka (Benjamin Stein, 1986) :

- a. Jarak terhadap sumber suara adalah faktor 'Tingkat Intensitas Suara'
- b. Ketinggian Bangunan adalah faktor dari 'Propagasi (Perambatan) Suara.

Sedangkan menurut Leslie Doelle, bahwa Bunyi di dalam ruang sebenarnya terdiri dari gabungan suara langsung dan suara pantul (yang akhirnya menjadi suara dengung). Maka dapat dimengerti bahwa Ruang sebenarnya sangat berhubungan dengan variabel – variabel indikator 'Bunyi di dalam Ruang' itu sendiri, seperti : Luas pembatas Ruang, material pembatas ruang dan waktu dengung. Waktu dengung ruang – ruang kuliah di Gedung Yustinus adalah berkisar pada 1.00 detik – 1.03 detik. Sedangkan waktu dengung yang dipersyaratkan untuk ruang kuliah (Leslie Doelle, 1993) untuk ruang bervolume 747 m³, pada frekuensi tengah (500 – 1000 Hz)

adalah 0.73 detik. Ruang harus direkomendasikan untuk ditambahkan bahan – bahan penyerap suara.

3. Pengaruh

Besar pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat dapat dilihat dari besar 'R kuadrat'- nya. Semakin besar 'R kuadrat' , maka semakin besar pengaruh dari variabel bebas terhadap variabel terikat (Singgih Santoso,1999)

Tabel 64. Pengaruh Variabel Bebas Terhadap Variabel Terikat – Uji Hipotesa Satu (sumber : Program Statistik SPSS Versi 0.9 for windows)

Model Summary^d

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.621 ^a	.385	.244	2.7526
2	.619 ^b	.383	.259	2.7239
3	.614 ^c	.377	.271	2.7025

a. Predictors: (Constant), BG_NOISE, L_TOL, TEMP, ANGIN, L_PAWIT, jarak dari tol, VOLUME, RT, TINGGI

b. Predictors: (Constant), BG_NOISE, L_TOL, TEMP, L_PAWIT, jarak dari tol, VOLUME, RT, TINGGI

c. Predictors: (Constant), BG_NOISE, L_TOL, TEMP, jarak dari tol, VOLUME, RT, TINGGI

d. Dependent Variable: L_RUANG

Didalam analisa Regresi Berganda ini ditampilkan banyak variabel bebas selain variabel $L_{bunyi\ tol}$ dan $L_{bunyi\ pawit}$. Variabel bebas lain yang dimasukkan yaitu ; angin, temperatur, jarak, volume ruang dan ketinggian, BG Noise, dan waktu Dengung.

Variabel bebas yang pada model (a) : Background Noise, $L_{bunyi\ tol}$, temperatur, angin, $L_{bunyi\ pawit}$, jarak, volume, Waktu Dengung(RT) dan ketinggian secara bersama – sama mempengaruhi $L_{bunyi\ ruang}$ sebesar 0.385 atau 38.5 % . Sedangkan 62.5 % $L_{bunyi\ ruang}$

dipengaruhi oleh sebab – sebab lain. Angka 62.5 % ini didapat dari 100% dikurangi dengan 38.5 %.

Pada model (b) dengan variabel angin dikeluarkan ,variabel bebas : Background Noise, $L_{bunyi\ tol}$, temperatur, $L_{bunyi\ pawit}$, jarak dari tol, volume, Waktu Dengung(RT), Ketinggian , bersama-sama mempengaruhi $L_{bunyi\ ruang}$ sebesar 38.3%. Dan yang 62.7% dipengaruhi oleh sebab-sebab lain.

Sedangkan pada model (c) dengan variabel angin dan $L_{bunyi\ pawit}$ dikeluarkan misalnya, diketahui bahwa variabel bebas: Background Noise, $L_{bunyi\ tol}$, temperatur, jarak, volume ruang, Waktu Dengung, dan ketinggian mempengaruhi variabel terikat, yaitu $L_{bunyi\ ruang}$ sebesar 37.7 % , sedangkan 62.3% dipengaruhi oleh sebab – sebab lain.

Dalam tampilan lain SPSS , diketahui bahwa $L_{bunyi\ ruang}$ dipengaruhi oleh $L_{bunyi\ tol}$ sebesar 2.6 % dan $L_{bunyi\ pawitan}$ sebesar 1.9 %. Sedangkan $L_{bunyi\ tol}$ dan $L_{bunyi\ pawit}$ secara bersama – sama mempengaruhi $L_{bunyi\ ruang}$ sebesar 4.5 %.

4. Tingkat Signifikansi (Nilai probabilitas)

Tingkat signifikansi model yang memiliki variabel bebas L_{tol} dan L_{pawit} adalah sebagai berikut :

Model (a) , dengan variabel bebas : Background Noise, $L_{bunyi\ tol}$, temperatur, angin, $L_{bunyi\ pawit}$, jarak dari tol, Volume, Waktu Dengung(RT) dan ketinggian memberikan pengaruh pada variabel terikat, dengan tingkat signifikansi sebesar 0.015. Nilai ini lebih kecil dari 0.05, maka model (a) signifikan , artinya variabel bebas dapat memprediksikan variabel terikat.

Model (b), dengan variabel bebas: Background Noise, $L_{bunyitol}$, temperatur, $L_{bunyi\ pawit}$, jarak dari tol, volume, Waktu Dengung(RT) dan Ketinggian memberikan pengaruh pada variabel terikat dengan tingkat signifikansi sebesar 0.008. Karena < 0.05 , maka model inipun signifikan.

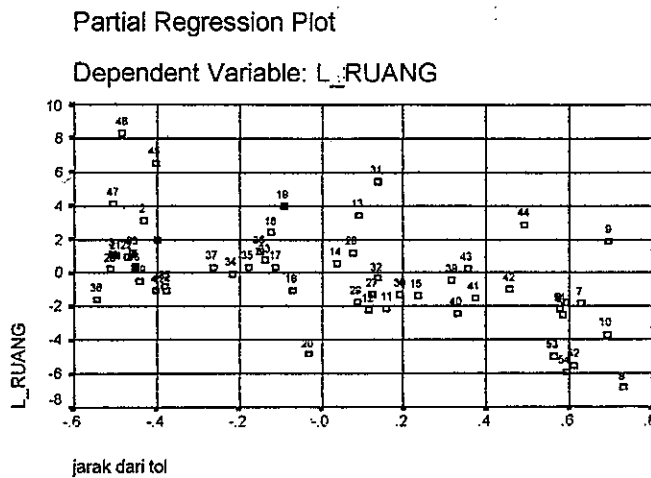
Model (c), dengan variabel bebas : Background Noise, $L_{bunyitol}$, temperatur, jarak, Volume ruang, Waktu Dengung(RT), dan Ketinggian memberikan pengaruh pada variabel terikat dengan tingkat signifikansi sebesar 0.005. Karena angka ini jauh lebih kecil daripada 0.05, maka model ini signifikan .

Jadi memang benar ada pengaruh yang signifikan dari $L_{bunyitol}$ dan $L_{bunyi\ pawit}$ terhadap $L_{bunyi\ ruang}$, walaupun pengaruhnya relatif kecil, apabila dibandingkan dengan variabel lain seperti ketinggian, jarak, dan temperatur .Berdasarkan teori dari Clifford R. Bragdon dalam Benjamin Stein(1986,78) , juga dapat dimengerti bahwa Jarak merupakan Faktor dari Tingkat Intensitas bunyi, dan Ketinggian bangunan adalah faktor Propagasi Kebisingan . Disamping itu tanpa adanya perbedaan temperatur dan angin , maka tidak akan ada perambatan bunyi yang signifikan .

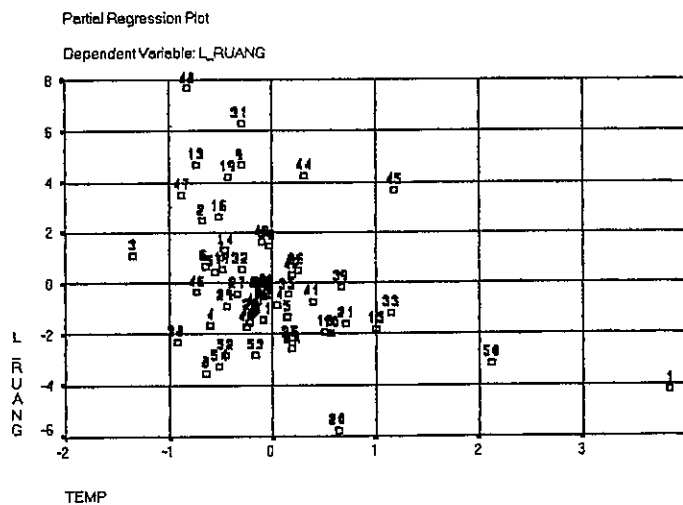
Selain itu oleh Leslie Doelle (1993,53) dikatakan bahwa bunyi di dalam Ruang terdiri dari dua macam bunyi, yaitu bunyi langsung dan bunyi pantul (bunyi dengung). Sehingga bunyi di dalam ruangpun akhirnya akan terpengaruh oleh Waktu Dengung ruang itu sendiri.

Terlihat bahwa data berpencar sekitar angka nol. Jika model regresi layak dipakai maka data akan berpencar sekitar sumbu horisontal. Dari grafik dapat dilihat bahwa model Regresi layak dipakai untuk memprediksikan variabel terikat, yaitu Lbunyiruang.

Grafik 48. Hubungan Lbunyi ruang dengan Jarak (sumber : Program SPSS)



Grafik 49. Hubungan antara Lbunyiruang dengan Temperatur.
Sumber :SPSS versi 0.9



Terlihat bahwa pada grafik data mengumpul di sekitar angka 0, maka model regresi dapat digunakan dan layak untuk memprediksikan Lruang.

B. Analisa Kuantitatif – Uji Hipotesa Dua

1. Deskripsi

Pada bagian pertama, 'Statistik Deskripsi', terlihat ringkasan statistik dari kedua macam cuplikan ruang kuliah. Yaitu Tingkat Intensitas Kebisingan Ruang Tanpa Absorber (selanjutnya disebut Ltanpa) dan Tingkat Intensitas Kebisingan Ruang Dengan Absorber (selanjutnya disebut Ldengan).

Lbunytanpa memiliki rata-rata sebesar 58.8387 dBA dengan penyimpangan atau standar deviasi sebesar 4.6482 dBA. Sedangkan Lbunyidengan memiliki rata-rata sebesar 57.2735 dBA dengan penyimpangan sebesar 4.7308 dBA.

Tabel 66. Statistik Deskriptif – Uji Hipotesa Dua
Sumber : Program SPSS Versi 0.9 for Windows

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair	L_TANPA	59.6598	48	4.6668	.6736
1	L_DENGAN	57.6938	48	4.3324	.6253

Dari deskripsi ini diketahui selisih rata – rata Ltanpa dan Ldengan adalah sebesar 1.5657 dBA.

2. Korelasi / Hubungan

Hubungan antara Ltanpa dengan Ldengan dapat dilihat pada tabel 61. Hubungan antara Ltanpa dan Ldengan terbaca pada tabel adalah sangat erat, dengan nilai hubungan adalah 0.905, hampir mendekati angka 1 (angka 1 menunjukkan hubungan sempurna antara dua variabel). Hal ini berarti bahwa korelasi antara ruang yang ditutup absorber dengan ruang tanpa absorber adalah sangat erat dan benar – benar berhubungan secara nyata. Tingkat signifikansi yang ditunjukkan oleh output SPSS adalah 0.00, dibawah 0.05.

Tabel 67 : Tabel Hubungan Tingkat intensitas Ruang Tanpa Absorber dan Tingkat Intensitas Ruang dengan Absorber (sumber : Program SPSS)

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 L_TANPA & L_DENGAN	48	.915	.000

3. Pengambilan Keputusan

Untuk pengambilan keputusan apakah Hipotesa Penelitian terbukti, maka sesuai dengan uraian di awal bab Analisa ini, maka perlu dikemukakan terlebih dahulu H0 (Null Hypothesis) dan H1 (Alternative Hypothesis), sebagai berikut :

- a. Ho adalah bahwa kedua rata- rata tingkat intensitas suara adalah sama atau identik (rata-rata populasi tanpa absorber dan populasi dengan absorber adalah sama , atau tidak berbeda secara nyata.
- b. H1 adalah bahwa kedua rata- rata populasi tingkat intensitas suara tidak identik atau tidak sama, atau dapat dikatakan bahwa rata- rata populasi

tingkat intensitas ruang tanpa absorber dengan tingkat intensitas kebisingan ruang dengan absorber adalah berbeda secara nyata.

Tabel 68 : Uji – T Cuplikan Berpasangan
Sumber ; Program SPSS Versi 0.9 for Windows

Paired Samples Test

		Pair 1
		L TANPA - L DENGAN
Paired Differences	Mean	1.9660
	Std. Deviation	1.8863
	Std. Error Mean	.2723
	95% Confidence Interval of the Difference	
	Lower	1.4183
	Upper	2.5137
t		7.221
df		47
Sig. (2-tailed)		.000

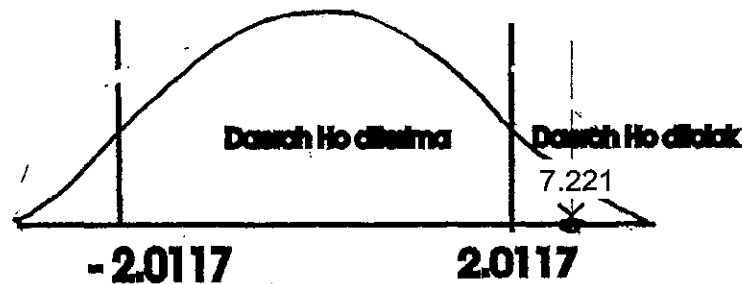
a. Berdasarkan Perbandingan T hitung dan T tabel

T hitung output adalah 7.221 (lihat tabel 68), sedangkan statistik tabel dapat dihitung pada tabel T.

- 1) Tingkat signifikansi (α) adalah 5% , dengan tingkat kepercayaan 95 %.
- 2) Df adalah derajat kebebasan adalah $n = \text{jumlah data} - 1$ atau $48 - 1 = 47$.
- 3) Uji dilakukan dua sisi , karena akan diketahui apakah rata- rata tingkat intensitas ruang tanpa absorber sama dengan tingkat intensitas kebisingan ruang dengan absorber. Perlunya uji dua sisi dapat diketahui dari Output SPSS yang menyebut adanya Two – Tailed Test.

Dari Tabel T (lihat lampiran), didapat angka 2.0117 dengan tingkat signifikansi (α) adalah 5% , dan df (derajat kebebasan) adalah jumlah data dikurangi 1 = 47.

Maka akan didapat kurva sebagai berikut :



Gambar : Kurva -Uji T Sample Berpasangan, untuk Uji Hipotesa Dua

Maka dapat disimpulkan bahwa dalam penelitian ini H_0 ditolak , yang berarti bahwa H_1 diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa : “ *Penutupan absorber tersebut efektif dalam upaya menurunkan tingkat intensitas kebisingan ruang*” .

b. Berdasarkan Nilai Probabilitas.

Jika probabilitas > 0.05 maka H_0 diterima

Jika probabilitas < 0.05 maka H_0 ditolak (H_1 diterima).

Terlihat bahwa T hitung = 7.221 dengan probabilitas 0.00. Dan karena probabilitas < 0.05 , maka H_0 ditolak. Dengan kata lain bahwa “ *Bahan Absorber tersebut berpengaruh efektif terhadap penurunan Tingkat Intensitas Kebisingan Ruang Kuliah* “

C. Analisa Kualitatif

1. Pengaruh Lama Studi (Adaptasi) Terhadap Alasan Gangguan Kebisingan

Apakah alasan gangguan kebisingan dipengaruhi oleh variabel 'adaptasi' yang dicerminkan oleh lama studi mahasiswa? Jawaban dari pertanyaan ini didekati dengan Analisa Deskriptif dengan metode Crosstab untuk menguji korelasi dua variabel berskala nominal. Pada kuesioner yang disebarkan ke pemakai bangunan (mahasiswa FE Unika Soegijapranata), substansi gangguan kebisingan ini terdiri dari 3 pertanyaan, yaitu :

- a. Bila kuliah tidak menggunakan alat penguat suara, maka mahasiswa terganggu oleh kebisingan dari luar ruang kuliah (dalam SPSS: terganggu_1).
- b. Apakah alasan mahasiswa, bila dikatakan kebisingan itu 'mengganggu'(dalam SPSS : terganggu_2).
- c. Apakah alasan mahasiswa, bila dikatakan kebisingan itu 'tidak mengganggu'(dalam SPSS :terganggu_3).

Untuk itu akan dianalisa, satu persatu hubungan variabel 'adaptasi', dengan ketiga alasan yang didapat dari jawaban kuesioner tersebut di atas.

A. Alasan Gangguan Kebisingan-1

Suara dari luar ruang akan terasa bising dan mengganggu apabila suara tersebut mempunyai tingkat intensitas bunyi lebih dari sepertiga bunyi berguna Leslie Doelle (1993,156). Oleh karena itu, kegiatan kuliah yang menggunakan alat penguat suara akan menambah tingkat intensitas bunyi berguna di dalam ruang.

Analisa untuk menguji hubungan ini didekati dengan program SPSS-versi 0.9, dengan metode Crosstab yang menguji 'Hubungan Dua Variabel berskala Ordinal', Singgih Santoso (1999,136).

Tabel 69 : 'Chi-square' Tests, untuk Alasan Bising mengganggu-1
Sumber : Program SPSS ,versi 0.9

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	11.354 ^a	9	.252
Likelihood Ratio	13.879	9	.127
N of Valid Cases	42		

a. 13 cells (81.3%) have expected count less than 5.
The minimum expected count is .12.

Dalam Uji hubungan ini, terdapat Hipotesa H_0 dan H_1 , sebagai berikut :

- 1) H_0 : Tidak ada hubungan antara variabel lama studi dengan alasan gangguan kebisingan . .
 - 2) H_1 : Ada hubungan antara variabel lama studi dengan alasan gangguan kebisingan
- Pengambilan keputusan yang didasarkan pada perbandingan Chi-square hitung (11.354) dan Chi-square tabel (lihat lampiran) ,dengan tingkat signifikansi 5% dan $df=9$ (chi-square tabel= 16.9190) adalah : Chi-square hitung < chi-square tabel atau $11.354 < 16.919$, maka H_0 diterima, yang berarti : *Tidak ada hubungan antara lama studi atau variabel adaptasi dengan alasan gangguan kebisingan .*

Tabel 70 : Uji Hubungan Dua Variabel Berskala Ordinal, untuk alasan bising mengganggu-1 (SPSS, versi 0.9)

Directional Measures

	Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. Approx. ^b	Approx. Sig.
Ordinal by Ordinal Somers' τ Symmetric	.137	.119	1.142	.253
SEMESTER Depan	.150	.126	1.142	.253
terganggu Depan	.127	.114	1.142	.253

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Dalam penelitian ini yang menjadi variabel dependent adalah 'alasan terganggu kebisingan', dan variabel independent adalah 'adaptasi' yang dicerminkan dengan 'lama studi'. Karena angka signifikansi adalah 0.253 atau lebih besar daripada 0.05, maka variabel adaptasi tidak dapat memprediksi alasan terganggu kebisingan.

B. Alasan Gangguan Kebisingan-2

Jawaban bising mengganggu, bervariasi untuk tiap mahasiswa. Pertanyaan tertutup pada kuesioner memberikan tiga pilihan jawaban untuk responden, yaitu: konsentrasi terganggu, suara dosen tidak terdengar, dan minat kuliah menurun.

Terlihat pada hasil penelitian, bab IV, jawaban responden tersebar merata, pada ketiga jawaban, yaitu konsentrasi terganggu 28.65, Suara dosen tidak terdengar (35.7%) dan minat kuliah menurun 35.7%. Sedangkan hubungan antara alasan bising mengganggu dengan variabel 'adaptasi' didekati dengan metode Chi-square Tests- Crosstab, sebagai berikut:

Tabel 71 : 'Chi-square Tests' untuk alasan bising mengganggu-2 (SPSS, versi 0.9)

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	5.204 ^a	6	.518
Likelihood Ratio	6.498	6	.370
N of Valid Cases	42		

a. 9 cells (75.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.43.

Sama halnya dengan langkah-langkah pada 'alasan bising mengganggu-1', disini juga ada H_0 dan H_1 . Dan pengambilan keputusan yang didasarkan perbandingan besar Chi-square hitung dan chi-square tabel didapatkan hasil : Chi-square Hitung < Chi-square tabel, atau $5.204 < 12.5916$ (dengan $\alpha=0.05, df=6$), lihat lampiran, maka dapatlah disimpulkan bahwa : *Tidak ada hubungan antara variabel 'adaptasi' dengan alasan bising mengganggu.*

Selain Chi-square Test, pengujian juga dilakukan dengan mempertimbangkan tingkat signifikansi hubungan antara dua variabel berskala ordinal ini :

Tabel 72: Uji Hubungan Dua variabel berskala Ordinal, untuk 'Alasan bising mengganggu-2' (SPSS, versi 0.9)

	Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Ordinal by Ordinal Somers' d Symmetric	.168	.124	1.345	.179
SEMESTER Dependent	.173	.128	1.345	.179
bising mengganggu Dependent	.164	.120	1.345	.179

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Dalam penelitian ini yang menjadi variabel dependent adalah 'alasan terganggu kebisingan', dan variabel independent adalah 'adaptasi' yang dicerminkan

dengan 'lama studi'. Karena angka signifikansi adalah 0.179 atau lebih besar daripada 0.05, maka variabel adaptasi tidak dapat memprediksi alasan terganggu kebisingan.

C. Alasan Bising mengganggu-3

Apakah alasan mahasiswa apabila dikatakan suara bising pada gedung Yustinus 'tidak mengganggu'. Pertanyaan tertutup yang diberikan pada responden memberikan 2 pilihan jawaban, yaitu: sudah terbiasa dan sangat berminat kuliah, sehingga suara bising diabaikan.

Jawaban yang didapat pada hasil penelitian bab IV adalah: sudah terbiasa 81%, dan sangat berminat mengikuti kuliah, sehingga suara bising diabaikan 16.7%. Hubungan diantara variabel adaptasi dan jawaban responden, didekati dengan 'Chi-square Tests' dan uji Hubungan antara 2 Variabel berskala Ordinal.

Tabel 73 : 'Chi-square tests', untuk Alasan Bising Mengganggu-3 (SPSS, versi 0.9)

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2.673 ^a	6	.849
Likelihood Ratio	2.966	6	.813
N of Valid Cases	42		

a. 9 cells (75.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .12.

Dan pengambilan keputusan yang didasarkan perbandingan besar Chi-square hitung dan chi-square tabel didapatkan hasil: Chi-square Hitung < Chi-square tabel, atau $2.673 < 7.8147$ (dengan $\alpha=0.05, df=3$), lihat lampiran, maka dapatlah disimpulkan

bahwa : *Tidak ada hubungan antara variabel 'adaptasi' dengan alasan bisung mengganggu.*

Sedangkan pengujian hubungan antara 2 variabel berskala ordinal, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 74 : Uji Hubungan 2 variabel berskala Ordinal, untuk 'Alasan Bisung Mengganggu' (Spss,versi 0.9)

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Ordinal by Ordinal	Somers' d Symmetric	.105	.121	.848	.396
	SEMESTER Dependent	.168	.192	.848	.396
	bising tidak mengganggu Dependent	.076	.091	.848	.396

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Dalam penelitian ini yang menjadi variabel dependent adalah 'alasan terganggu kebisingan', dan variabel independent adalah 'adaptasi' yang dicerminkan dengan 'lama studi'. Karena angka signifikansi adalah 0.396 atau lebih besar daripada 0.05, maka variabel adaptasi tidak dapat memprediksi alasan terganggu kebisingan.

2. Penurunan Konsentrasi Belajar

Substansi pertanyaan yang berkaitan dengan 'Penurunan konsentrasi belajar' ini, terdiri dari 2 pertanyaan, yaitu apakah terjadi kecenderungan penurunan konsentrasi belajar pada 2 situasi yang berbeda, yaitu pada saat kuliah memakai alat pengeras suara dan pada saat kuliah tidak menggunakan alat pengeras suara.

A. Penurunan Konsentrasi Pada Saat tanpa Alat Pengeras suara

Dari uji Chi-square dan uji Hubungan 2 Variabel didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 75 : ' Chi-square Tests', untuk kondisi Kuliah Tanpa Alat Pengeras Suara (SPSS, versi 0.9)

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2.004 ^a	3	.572
Likelihood Ratio	3.028	3	.387
N of Valid Cases	42		

a. 5 cells (62.5%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .36.

Tabel 76 : Uji Hubungan Dua variabel Berskala Nominal, untuk Penurunan KonsentrasipadakeadaanTanpaPengerasSuara

Directional Measures

			Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Nominal by Notrinal	Lambda	Symmetric	.000	.000	. ^c	. ^c
		SEMESTER Dependent konsentrasi tanpa alat	.000	.000	. ^c	. ^c
		Dependent	.000	.000	. ^c	. ^c
Goodman and Kruskal tau	SEMESTER Dependent konsentrasi tanpa alat	Dependent	.018	.009		.538 ^d
		Dependent	.048	.029		.581 ^d
Uncertainty Coefficient	SEMESTER Dependent konsentrasi tanpa alat	Symmetric	.047	.025	1.701	.387 ^e
		Dependent	.028	.016	1.701	.387 ^e
		Dependent	.140	.041	1.701	.387 ^e

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

c. Cannot be computed because the asymptotic standard error equals zero.

d. Based on chi-square approximation

e. Likelihood ratio chi-square probability.

Dari Chi-square Test didapatkan bahwa Chisquare hitung adalah 2.004 sedangkan Chi-square tabel (lihat lampiran 8 tabel 36) menunjukkan angka 3.8415. Angka chi-square tabel ini didapat dari $\alpha=0.05$ dan $df=3$ (baris-1xkolom-1). Dan karena chi-square hitung lebih kecil daripada chi-square tabel atau $2.004 < 3.8415$, maka H_0

diterima, atau *'Tidak ada hubungan antara variabel 'adaptasi' yang dicerminkan oleh 'lama studi' dengan alasan jawaban responden yang berkaitan dengan 'Penurunan Konsentrasi'*

Pada Uji Hubungan 2 Variabel berskala Nominal (lihat kolom Goodman and Kruskal tau) dengan jawaban responden yang berkaitan dengan 'penurunan konsentrasi' sebagai variabel dependent ,menunjuk angka siknifikansi 0.581, karena angka ini lebih kecil daripada 0.05, maka dapat disimpulkan bahwa *' Variabel 'adaptasi' yang dicerminkan dengan 'lama studi' tidak dapat memprediksikan jawaban penurunan konsentrasi dari responden '*

B. Penurunan Konsentrasi Belajar pada Saat Dengan Alat pengeras Suara

Dari Uji Chi-square dan Uji Hubungan 2 variabel Berskala Nominal, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 77 : 'Chi-square Tests' untuk kondisi Kuliah Dengan Alat Pengeras Suara (SPSS, versi 0.9)

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	4.391 ^a	3	.222
Likelihood Ratio	4.563	3	.207
N of Valid Cases	42		

a. 4 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.50.

Tabel 78 : Uji Hubungan 2 Variabel Berskala Nominal, untuk Penurunan Konsentrasi belajar pada kondisi Kuliah Dengan Pengeras Suara (SPSS,versi 0.9)

Directional Measures

			Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Lambda	Symmetric	.133	.099	1.247	.212
		SEMESTER Dependent konsentrasi dengan alat Dependent	.000	.000	^c	^c
			.286	.197	1.247	.212
	Goodman and Kruskal tau	SEMESTER Dependent konsentrasi dengan alat Dependent	.041	.039		.172 ^d
			.105	.089		.232 ^d
	Uncertainty Coefficient	Symmetric	.055	.049	1.118	.207 ^e
SEMESTER Dependent konsentrasi dengan alat Dependent		.042	.038	1.118	.207 ^e	
		.078	.070	1.118	.207 ^e	

- a. Not assuming the null hypothesis.
 b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.
 c. Cannot be computed because the asymptotic standard error equals zero.
 d. Based on chi-square approximation
 e. Likelihood ratio chi-square probability.

Chi-square tests memberikan fakta bahwa Chisquare hitung lebih kecil daripada Chi-square tabel atau $4.391 < 5.0239$ (lihat lampiran 8 tabel 36), maka dapat disimpulkan disini bahwa "Tidak ada hubungan antara variabel'adaptasi' yang dicerminkan oleh 'lama studi' dengan jawaban responden yang berkaitan dengan penurunan konsentrasi'.

Sedangkan dari Uji Hubungan 2 Variabel berskala nominal, diketahui bahwa 'Variabel ' adaptasi' tidak dapat memprediksikan jawaban responden yang berkaitan dengan penurunan konsentrasi apabila kuliah dilaksanakan dengan menggunakan alat pengeras suara'. Hal ini dapat dilihat dari kolom 'Goodman and Kruskal tau' dengan variabel dependent ' konsentrasi dengan alat' yang menunjukkan angka 0.232 (tidak signifikan karena jauh di atas nilai signifikan 0.05)

3. Penurunan Motivasi belajar

Apakah terdapat hubungan antara alasan penurunan motivasi belajar yang diberikan oleh mahasiswa dalam merespon pertanyaan kuesioner, dengan variabel 'adaptasi' yang dicerminkan dengan 'lama studi'. Pengujian hubungan ini juga dilakukan dengan menerapkan Uji Chi-square dan Uji Hubungan 2 variabel berskala Ordinal dengan menggunakan SPSS versi 0.9, Crosstab. Dan hasil penelitian dianalisa sebagai berikut:

Tabel 79 : 'Chi-square Tests' untuk Penurunan Motivasi belajar (SPSS versi 0.9)

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	9.545 ^a	6	.145
Likelihood Ratio	11.395	6	.077
N of Valid Cases	42		

a. 10 cells (83.3%) have expected count less than 5.
The minimum expected count is .95.

Tidak berbeda dengan metode analisa yang sudah diterangkan terlebih dahulu. Hipotesa penelitian akan terbukti apabila H₀ ditolak, atau H₁ diterima. Dari Chi-square Tests di atas, didapatkan bahwa Chi-square hitung adalah 9.545, sedangkan Chi square tabel yang didapatkan dengan nilai $\alpha = 0.05$ dan $df = 6$ (baris-1xkolom-1 atau 3x2) adalah 9.4877. Walaupun chi-square hitung lebih besar daripada chi-square hitung, yang berarti bahwa terjadi penolakan terhadap H₀, dan menunjukkan adanya hubungan antara variabel adaptasi dan jawaban responden pada substansi pertanyaan " Penurunan Konsentrasi Belajar pada saat kuliah dengan menggunakan alat pengeras suara", namun karena angka signifikansi menunjuk angka diatas 0.05 (0.077) maka

diputuskan bahwa untuk substansi pertanyaan ini : *'tidak ada hubungan antara variabel 'adaptasi' dengan jawaban responden mahasiswa'*

Tabel 80: Uji Hubungan Berskala Nominal, untuk Penurunan Motivasi belajar (SPSS versi 0.9)

Directional Measures			Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Lambda	Symmetric	.104	.094	1.056	.291
		SEMESTER Dependent	.000	.000		^c
		motivasi menurun Dependent	.208	.178	1.056	.291
	Goodman and Kruskal tau	SEMESTER Dependent	.058	.038		.312 ^d
		motivasi menurun Dependent	.134	.043		.089 ^d
	Uncertainty Coefficient	Symmetric	.116	.047	2.393	.077 ^e
SEMESTER Dependent		.106	.042	2.393	.077 ^e	
motivasi menurun Dependent		.130	.054	2.393	.077 ^e	
Ordinal by Ordinal	Somers' d	Symmetric	-.180	.112	-1.628	.103
		SEMESTER Dependent	-.189	.118	-1.628	.103
		motivasi menurun Dependent	-.172	.106	-1.628	.103

- a. Not assuming the null hypothesis.
 b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.
 c. Cannot be computed because the asymptotic standard error equals zero.
 d. Based on chi-square approximation
 e. Likelihood ratio chi-square probability.

Pada Uji Hubungan 2 Variabel Berskala Nominal, dengan jawaban motivasi menurun sebagai variabel dependent, didapat tingkat signifikansi 0.077, angka ini masih berada di atas 0.05, oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa " Variabel 'adaptasi' tidak dapat memprediksikan jawaban mahasiswa tentang penurunan motivasi belajar"

4. Penurunan Indeks Prestasi

Hubungan antara variabel 'adaptasi' dan penurunan indeks prestasi, didekati dengan pertama-tama membuat kuesioner tertutup dengan substansi 'penurunan indeks

prestasi'. Dan jawaban mahasiswa responden bervariasi dengan hasil sebagaimana sudah dijelaskan pada bab IV, yaitu : IP tidak turun 16.7%, Bising bukan penyebab IP turun 66.7% dan IP turun 16.7%. Sedangkan analisa , apakah memang ada hubungan antara jawaban responden dengan variabel adaptasi, didekati dengan ' Chi-square Tests' dan 'Uji Hubungan antara 2 Variabel berskala Nominal'

Tabel 81: 'Chi-square-Tests', untuk Penurunan Indeks Prestasi. (SPSS, versi 0.9)

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	5.687 ^a	6	.459
Likelihood Ratio	7.522	6	.275
N of Valid Cases	42		

a. 9 cells (75.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .83.

Tabel 82: uji Hubungan 2 variabel Berskala Nominal, untuk Penurunan Indeks Prestasi (SPSS, versi 0.9)

			Directional Measures			
			Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Lambda	Symmetric	.026	.058	.448	.654
		SEMESTER Dependent	.042	.091	.448	.654
		ip menurun Dependent	.000	.000		^c
	Goodman and Kruskal tau	SEMESTER Dependent	.051	.035		.390 ^d
		ip menurun Dependent	.068	.046		.468 ^d
		Uncertainty Coefficient	Symmetric	.083	.037	2.125
		SEMESTER Dependent	.070	.032	2.125	.275 ^e
		ip menurun Dependent	.103	.045	2.125	.275 ^e
Ordinal by Ordinal	Somers' d	Symmetric	.214	.111	1.863	.062
		SEMESTER Dependent	.256	.130	1.863	.062
		ip menurun Dependent	.184	.099	1.863	.062

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

c. Cannot be computed because the asymptotic standard error equals zero.

d. Based on chi-square approximation

e. Likelihood ratio chi-square probability.

Chi-square Tests memberikan hasil bahwa Chi-square hitung lebih kecil daripada chi-square tabel ($5.687 < 9.4877$), dengan demikian keadaan ini menunjukkan fakta

bahwa H_0 diterima, yang berarti bahwa *'Tidak ada hubungan antara variabel 'adaptasi' dengan jawaban responden tentang penurunan IP'*.

Sedangkan pada uji hubungan, dengan variabel jawaban mahasiswa tentang penurunan IP sebagai variabel dependent (lihat kolom Goodman and Kruskal tau) menunjukkan angka 0.468 yang lebih besar daripada 0.05, sehingga dapat disimpulkan bahwa *"variabel adaptasi tidak dapat memprediksikan jawaban mahasiswa tentang penurunan Indeks Prestasi"*.

5. Penurunan Minat belajar

Hubungan antara variabel 'Adaptasi' dengan alasan penurunan minat belajar didekati dengan substansi pertanyaan tertutup dalam kuesioner yang memberikan pilihan jawaban : minat tidak berkurang, terganggu kebisingan tapi diabaikan, dan minat berkurang. Dan jawaban dalam hasil penelitian, sebagaimana telah dijelaskan pada bab IV, adalah ; lebih dari separuh responden (52.4%) sebenarnya terganggu tapi mereka lebih memilih mengabaikannya daripada membuatnya menjadi penghalang belajar mereka, sebanyak 38.1% responden memberikan jawaban bahwa minat belajar mereka berkurang karena kebisingan, dan hanya sedikit (9.5%) yang menyatakan tidak merasa terpengaruh oleh kebisingan atau minat belajarnya tidak berkurang.

Hubungan antara jawaban mereka dengan variabel adaptasi yang dicerminkan dengan lama studi didekati dengan 'Chi-square-tests' dan 'Uji Hubungan antara 2 Variabel berskala ordinal', sebagai berikut ;

Tabel 83 : 'Chi-square Tests' untuk Penurunan Minat Belajar(SPSS,versi 0.9)

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	4.241 ^a	6	.644
Likelihood Ratio	5.308	6	.505
N of Valid Cases	42		

a. 9 cells (75.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .48.

Tabel 84 : Uji Hubungan 2 Variabel Berskala Ordinal, untuk Penurunan Minat Belajar (SPSS, versi 0.9)

Directional Measures						
			Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Lambda	Symmetric	.023	.087	.258	.796
		SEMESTER Dependent	.000	.000	^c	^e
		minat berkurang Dependent	.050	.169	.258	.796
	Goodman and Kruskal tau	SEMESTER Dependent	.041	.034		.541 ^d
		minat berkurang Dependent	.050	.050		.665 ^d
		Uncertainty Coefficient	Symmetric	.057	.035	1.588
Ordinal by Ordinal	Somers' d	SEMESTER Dependent	.049	.031	1.588	.505 ^e
		minat berkurang Dependent	.068	.041	1.588	.505 ^e
		Symmetric	-.005	.138	-.039	.969
		SEMESTER Dependent	-.006	.153	-.039	.969
		minat berkurang Dependent	-.005	.126	-.039	.969
		Symmetric				

- a. Not assuming the null hypothesis.
 b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.
 c. Cannot be computed because the asymptotic standard error equals zero.
 d. Based on chi-square approximation
 e. Likelihood ratio chi-square probability.

Chi-square Tests memberikan hasil bahwa Chi-square hitung lebih kecil daripada Chi-square tabel ($4.241 < 12.5916$). Ini berarti bahwa terjadi penerimaan H_0 , yang sama artinya dengan 'Tidak ada hubungan antara variabel 'adaptasi' yang dicerminkan dengan 'lama studi' dengan jawaban responden tentang penurunan minat belajar'.

Sedangkan pada uji hubungan 2 variabel berskala nominal, diketahui bahwa “variabel ‘adaptasi’ yang dicerminkan dengan ‘lama studi’ tidak dapat memprediksikan jawaban mahasiswa tentang penurunan Minat belajar”. Kesimpulan ini didapatkan setelah diketahui hasil bahwa tingkat signifikansi yang diperoleh dari nilai hubungan antara keduanya adalah 0.665, yang jauh lebih besar dari tingkat signifikansi 0.05.

6. Respon Renovasi Ruang

Respon renovasi Ruang ini, tidak dilakukan uji hubungan karena hampir seluruh responden mengatakan bahwa *‘ruang kuliah mereka perlu ditingkatkan kualitasnya, terutama dalam hal akustik ruang’*. Pernyataan di atas didasarkan pada hasil observasi, dimana sebanyak 97.6% responden menjawab perlu diadakan upaya renovasi ruang dengan rincian 50% menjawab setuju dan 47.6% menjawab sangat setuju.

Untuk itu dalam bab Analisa ini akan diambil contoh ruang yang paling bising, dari hasil penelitian uji Hipotesa 1, yaitu Ruang 5.5.3 dan 5.3.3. Upaya renovasi ruang ini diarahkan terutama untuk membuat Waktu Dengung yang sesuai dengan persyaratan Akustik Ruang.

Waktu Dengung yang disyaratkan untuk ruang 5.5.3 dengan volume 491 m³ ini adalah $RT=0.67$ detik, menurut Leslie Doelle (1993,62). Perhitungan waktu dengung ini diasumsikan untuk ruang dalam kondisi terisi 2/3 penuh. Demikian juga dengan ruang 5.3.3 dengan volume 747 m³, waktu dengung yang dipersyaratkan untuk frekuensi tengah adalah 0.74 detik. Berikut adalah perhitungan Perencanaan akustik ruang dengan mengkondisikan Waktu Dengung dan sketsa pembatas ruang.

TABEL 85: PERHITUNGAN WAKTU DENGUNG (REVERBERATION TIME)

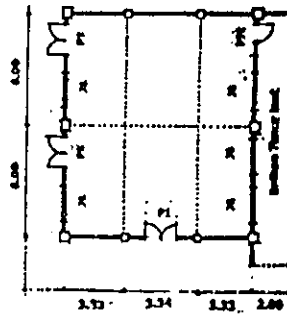
RUANG 5.5.3

$$\text{Volume Ruang} = \text{Volume Ruang} - \text{Volume balok}$$

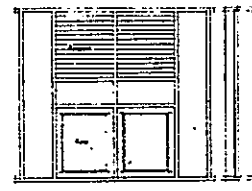
$$= (10 \times 12 \times 4,15) - (5,1 \times 2)$$

$$= 498 - 7,1 = 490,9 \text{ m}^3 = 491 \text{ M}^3$$

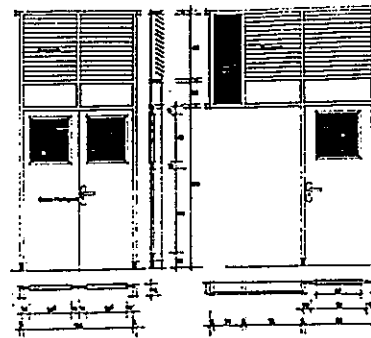
No	MATERIAL	Luas (- m2)	Koefisien Absorpsi	Total Absorpsi			
1	DINDING						
a	<i>Dinding Timur Laut</i>						
*	Dinding 1/2 batu	28.0500	0.02	0.5610			
*	Daun jendela dan pintu	2.9000	0.10	0.2900			
*	kosen pintu dan jendela	3.6520	0.10	0.3652			
*	Kaca 3 mm	16.9485	0.03	0.5085			
*	Lubang udara/ventilasi	2.4600	1.00	2.4600			
*	Kolom beton	2.0750	0.31	0.6433			
b	<i>Dinding Barat Daya</i>						
*	Dinding 1/2 batu	27.4950	0.02	0.5499			
*	Daun jendela dan pintu	3.5200	0.10	0.3520			
*	Kosen pintu dan jendela	3.2800	0.10	0.3280			
*	Kaca 3 mm	17.9140	0.03	0.5374			
*	Lubang udara/ventilasi	2.4000	1.00	2.4000			
*	Kolom beton	2.0750	0.31	0.6433			
c	<i>Dinding Barat Laut</i>						
*	Dinding 1/2 batu	35.3250	0.02	0.7065			
*	Dinding kayu/partisi	6.1750	0.10	0.6175			
d	<i>Dinding Tenggara</i>						
*	Dinding 1/2 batu	35.9725	0.02	0.7195			
*	Daun pintu	2.5600	0.10	0.2560			
*	Kosen pintu	0.6725	0.10	0.0673			
*	Kaca 3mm	7.7220	0.03	0.2317			
*	Lubang Ventilasi	0.6000	1.00	0.6000			
2	LANTAI						
	Ubin PC abu-abu	120.0000	0.03	3.6000			
3	PLAFON						
	Plafond Exposed Beton	120.0000	0.02	2.4000			
4	Kursi	70.0000	0.16	11.2000			
5	Mahasiswa						
*	Penuh	70.0000	0.44	30.8000			
*	2/3 Penuh	47.0000	0.44	20.6800			
*	Penelitian	1.0000	0.44	0.4400			
	Total Luas	441.797					
			penuh	60.8368	0.1377031	65.381252	1.20908
			2/3penuh	50.7168	0.1147967	53.811333	1.46904
			penelitian	30.4768	0.0689838	31.543577	2.50609



DENAH



DETAIL J1



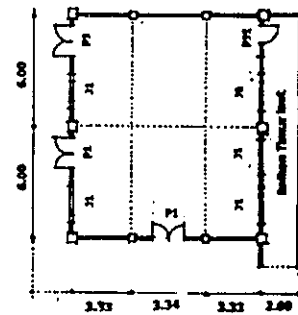
DETAIL P1

DETAIL P1

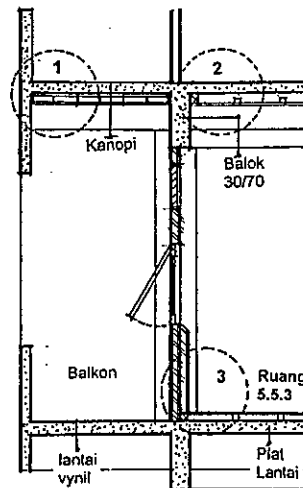
TABEL 86 :DISAIN AKUSTIK RUANG 5.5.3(PERBAIKAN WAKTU DENGUNG)

Volume Ruang = 491 M3

No	MATERIAL	Luas (m2)	Koefisien Absorbsi	Total Absorbsi			
1	DINDING						
a	Dinding Timur Laut						
*	Dinding 1/2 batu	28.0500	0.02	0.5610			
*	Daun jendela dan pintu	2.9000	0.10	0.2900			
*	kosen pintu dan jemdela	3.6520	0.10	0.3652			
*	Kaca 3 mm	16.9485	0.03	0.5085			
*	Lubang udara/ventilasi	2.4600	1.00	2.4600			
*	Kolom beton	2.0750	0.31	0.6433			
b	Dinding Barat Daya						
*	Dinding 1/2 batu	27.4950	0.02	0.5499			
*	Daun jendela dan pintu	3.5200	0.10	0.3520			
*	Kosen pintu dan jendela	3.2800	0.10	0.3280			
*	Kaca 3 mm	17.9140	0.03	0.5374			
*	Lubang udara/ventilasi	2.4000	1.00	2.4000			
*	Kolom beton	2.0750	0.31	0.6433			
c	Dinding Barat Laut						
*	Dinding 1/2 batu	35.3250	0.02	0.7065			
*	Dinding kayu/partisi	6.1750	0.10	0.6175			
d	Dinding Tenggara						
*	Dinding 1/2 batu	35.9725	0.02	0.7195			
*	Daun pintu	2.5600	0.10	0.2560			
*	Kosen pintu	0.6725	0.10	0.0673			
*	Kaca 3mm	7.7220	0.03	0.2317			
*	Lubang Ventilasi	0.6000	1.00	0.6000			
*	Dekorasi Geocoustictile	1.4400	2.53	3.6432			
2	LANTAI						
	Karpet loop pile	120.0000	0.30	36.0000			
3	PLAFON						
	Plywood dengan rangka	120.0000	0.10	12.0000			
4	Kursi	70.0000	0.16	11.2000			
5	Mahasiswa						
*	Penuh	70.0000	0.44	30.8000			
*	2/3 Penuh	47.0000	0.44	20.6800			
*	Penelitian	1.0000	0.44	0.4400			
					a	RT	
	Total Luas	443.237	penuh	106.4800	0.2410157	121.699453	0.54956
			2/3penuh	96.3600	0.2181093	108.577839	0.72806
			penelitian	76.1200	0.1722964	83.450092	0.94728



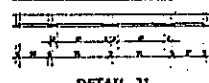
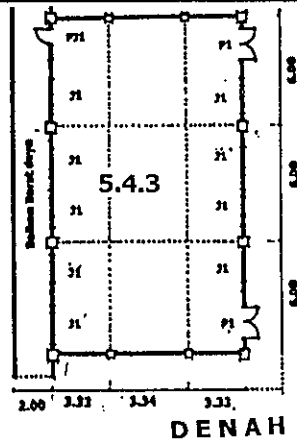
DENAH



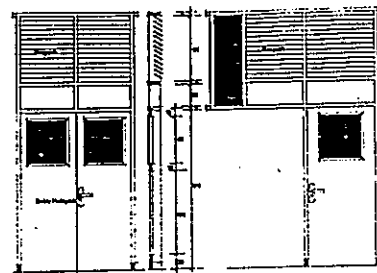
**TABEL 88 : PERHITUNGAN WAKTU DENGUNG (REVERBERATION TIME)
RUANG 5.3.3.**

$$\begin{aligned} \text{Volume Ruang} &= \text{Volume Ruang} - \text{Volume balok} \\ &= (10 \times 18 \times 4,15) - (2,4 + 6,72) \\ &= 747 - 9,12 = 737,88, \text{m}^3 \end{aligned}$$

No	MATERIAL	Luas (m2)	Koefisien Absorpsi	Total Absorpsi			
1	DINDING						
a	Dinding Timur Laut						
*	Dinding 1/2 batu	41.1450	0.02	0.8229			
*	Daun jendela dan pintu	7.0400	0.10	0.7040			
*	kosen pintu dan jendela	5.2150	0.10	0.5215			
*	Kaca 3 mm	27.7460	0.03	0.8324			
*	Lubang udara/ventilasi	3.6000	1.00	3.6000			
*	Kolom beton	5.9040	0.31	1.8302			
b	Dinding Barat Daya						
*	Dinding 1/2 batu	41.7000	0.02	0.8340			
*	Daun jendela dan pintu	3.8600	0.10	0.3860			
*	Kosen pintu dan jendela	5.5870	0.10	0.5587			
*	Kaca 3 mm	20.5055	0.03	0.6152			
*	Lubang udara/ventilasi	3.6600	1.00	3.6600			
*	Kolom beton	5.9040	0.31	1.8302			
c	Dinding Tenggara						
*	Dinding 1/2 batu	5.0000	0.02	0.1000			
*	Dinding kayu/partisi	36.5000	0.10	3.6500			
d	Dinding Barat Laut						
*	Dinding 1/2 batu	35.3250	0.02	0.7065			
*	Dinding kayu/partisi	6.1750	0.10	0.6175			
	LANTAI						
	Ubin PC abu-abu	180.0000	0.03	5.4000			
3	PLAFON						
	Plafond Exposed Beton	180.0000	0.02	3.6000			
4	Kursi	110.0000	0.16	17.6000			
5	Meja	55.0000	0.16	8.8000			
6	Mahasiswa						
*	Penuh	110.0000	0.44	48.4000			
*	2/3 Penuh	74.0000	0.44	32.5600			
*	Penelitian(hari libur)	1.0000	0.44	0.4400			
	Total Luas	614.867					
			penuh	105.0691	0.1708811	115.09150	1.03221075
			2/3penuh	89.2291	0.1451195	96.298895	1.23364531
			penelitian	57.1091	0.0928805	59.87058	1.98425803



DETAIL J1

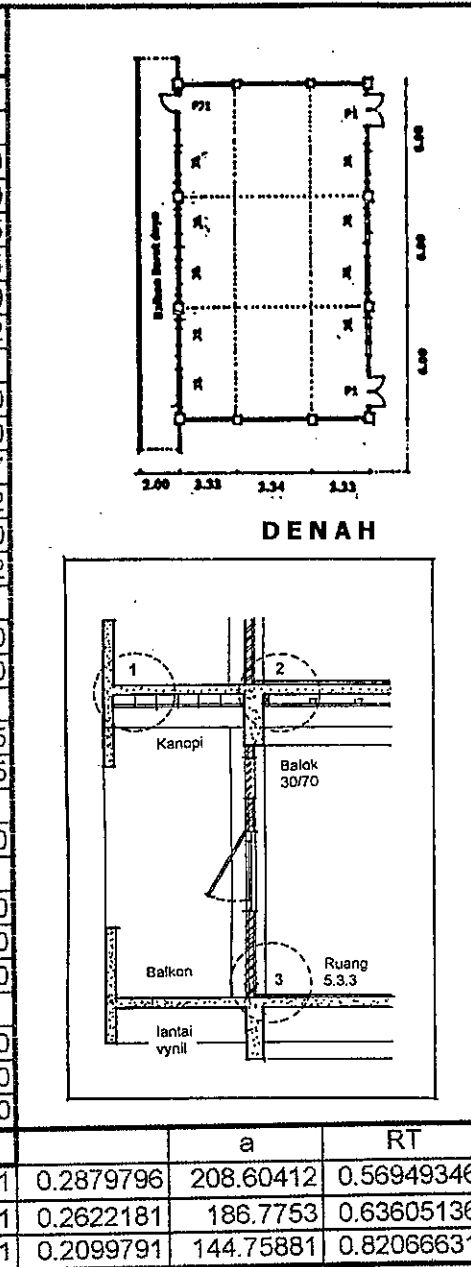


DETAIL P1

DETAIL P2

TABEL 89: DISAIN AKUSTIK RUANG 5.3.3 (PENYESUAIAN WAKTU DENGUNG)
Volume Ruang = 737.88M³

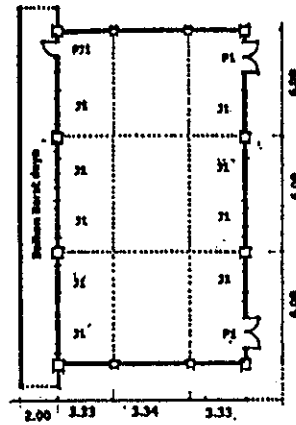
No	MATERIAL	Luas (m2)	Koefisien Absorpsi	Total Absorpsi
1	DINDING			
	<i>Dinding Timur Laut</i>			
	Dinding 1/2 batu	41.1450	0.02	0.8229
	Daun jendela dan pintu	7.0400	0.10	0.7040
	kosen pintu dan jemdela	5.2150	0.10	0.5215
	Kaca 3 mm	27.7460	0.03	0.8324
	Lubang udara/ventilasi	3.6000	1.00	3.6000
	Kolon beton	5.9040	0.31	1.8302
	<i>Dinding Barat Daya</i>			
	Dinding 1/2 batu	41.7000	0.02	0.8340
	Daun jendela dan pintu	3.8600	0.10	0.3860
	Kosen pintu dan jendela	5.5870	0.10	0.5587
	Kaca 3 mm	20.5055	0.03	0.6152
	Lubang udara/ventilasi	3.6600	1.00	3.6600
	Kolon beton	5.9040	0.31	1.8302
	<i>Dinding Tenggara</i>			
	Dinding 1/2 batu	5.0000	0.02	0.1000
	Dinding kayu/partisi	36.5000	0.10	3.6500
	<i>Dinding Barat Laut</i>			
	Dinding 1/2 batu	35.3250	0.02	0.7065
	Dinding kayu/partisi	6.1750	0.10	0.6175
	LANTAI			
	Karpet	180.0000	0.35	63.0000
3	PLAFON			
	Plywood dengan rangka	180.0000	0.10	18.0000
4	Kursi	110.0000	0.16	17.6000
5	Meja	55.0000	0.16	8.8000
6	Mahasiswa			
	Penuh	110.0000	0.44	48.4000
	2/3 Penuh	74.0000	0.44	32.5600
	Penelitian(hari libur)	1.0000	0.44	0.4400
	Total Luas	614.867		
			penuh	177.0691
			2/3penuh	161.2291
			penelitian	129.1091



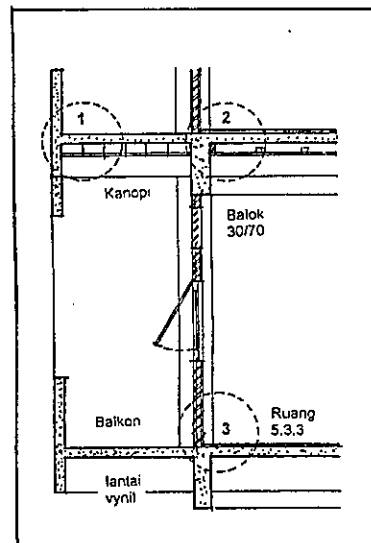
TABEL 90: DISAIN AKUSTIK RUANG 5.3.3 (PENYESUAIAN WAKTU DENGUNG)

Volume Ruang = 737.88M³

No	MATERIAL	Luas (m2)	Koefisien Absorpsi	Total Absorpsi			
1	DINDING						
a	Dinding Barat Daya						
*	Dinding 1/2 batu	41.1450	0.02	0.8229			
*	Daun jendela dan pintu	7.0400	0.10	0.7040			
*	kosen pintu dan jendela	5.2150	0.10	0.5215			
*	Kaca 3 mm	27.7460	0.03	0.8324			
*	Lubang udara/ventilasi	3.6000	1.00	3.6000			
*	Kolom beton	5.9040	0.31	1.8302			
*	Papan kayu 1M+rangka	18.0000	0.01	0.1800			
b	Dinding Timur Laut						
*	Dinding 1/2 batu	41.7000	0.02	0.8340			
*	Daun jendela dan pintu	3.8600	0.10	0.3860			
*	Kosen pintu dan jendela	5.5870	0.10	0.5587			
*	Kaca 3 mm	20.5055	0.03	0.6152			
*	Lubang udara/ventilasi	3.6600	1.00	3.6600			
*	Kolom beton	5.9040	0.31	1.8302			
*	Papan Kayu 1M+rangka	18.0000	0.10	1.8000			
c	Dinding Tenggara						
*	Dinding 1/2 batu	5.0000	0.02	0.1000			
*	Dinding kayu/partisi	36.5000	0.10	3.6500			
*	papan kayu 1M+rangka	10.0000	0.10	1.0000			
d	Dinding Barat Laut						
*	Dinding 1/2 batu	35.3250	0.02	0.7065			
*	Dinding kayu/partisi	6.1750	0.10	0.6175			
*	papan kayu 1M+rangka	10.0000	0.10	1.0000			
	LANTAI						
	Karpet loop pile	180.0000	0.30	54.0000			
3	PLAFON						
	Plywood dengan rangka	180.0000	0.10	18.0000			
4	Kursi	110.0000	0.16	17.6000			
5	Meja	55.0000	0.16	8.8000			
6	Mahasiswa						
*	Penuh	110.0000	0.44	48.4000			
*	2/3 Penuh	74.0000	0.44	32.5600			
*	Penelitian(hari libur)	1.0000	0.44	0.4400			
	Total Luas	670.867	penuh	172.0491	0.2798152	219.96297	0.54008491
			2/3penuh	156.2091	0.2328468	177.62612	0.66881314
			penelitian	124.0891	0.1849684	137.05723	0.86678157



DENAH



BAB VI

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

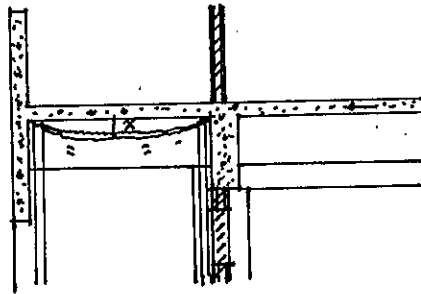
6.1 KESIMPULAN

Hasil dari Penelitian yang berjudul “ Pengaruh Disain Balkon dan Kanopi pada Bangunan Bertingkat terhadap Pantulan Kebisingan Lingkungan ke dalam Ruang Bangunan “ ini, dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Konsep massa bangunan yang berusaha memasukkan unsur ruang luar ke dalam bangunan, melalui elemen-elemen bangunan : vestibule dan hall-hall besar yang terbuka, membuat bangunan cukup nyaman secara thermal, disisi lain menyebabkan gangguan bising lingkungan masuk ke dalam ruang-ruang bangunan gedung Yustinus.
- 2) Konsep ruang terbuka pada bangunan juga menyebabkan gangguan tampias air hujan yang akhirnya menggenangi ruang-ruang bangunan terutama hall-hall tengah bangunan. Kondisi ini mengakibatkan ketidaknyamanan bagi pemakai bangunan.
- 3) Pada Uji Hipotesa Satu , didapatkan hasil bahwa : Tingkat Intensitas Bunyi Jalan Pawiyatan Luhur hanya memberikan pengaruh sangat kecil (ini diketahui dari nilai hubungan yang menunjukkan angka 0.075). Tingkat Intensitas bunyi Jalan Tol sedikit memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap Tingkat Intensitas Bunyi Ruang, dibandingkan pengaruh yang diberikan oleh Tingkat Intensitas Bunyi Jalan Pawiyatan Luhur.

- 4) Namun pada Uji Hipotesa Satu ini pula , ditemukan bahwa Tingkat Intensitas Bunyi Trafik ini sebenarnya dapat dikatakan baru berpengaruh secara signifikan apabila ada faktor-faktor propagasi dan variabel-variabel indikator yang secara signifikan menyebabkan meningkatnya tingkat intensitas bunyi di dalam ruang. Dengan kata lain , tingkat intensitas bunyi trafik berpengaruh kurang signifikan apabila tidak dibarengi dengan faktor-faktor propagasi bunyi seperti : Jarak, ketinggian / posisi ruangan, temperatur dan angin, serta variabel-variabel indikator yang mempengaruhi tingkat bunyi di dalam ruang seperti ; volume ruang, Background Noise (bising latarbelakang), dan Waktu Dengung.
- 5) Pada Uji Hipotesa Dua didapatkan hasil dengan tingkat signifikansi $\alpha=0.05$ dan $df=47$, bahwa “ Penutupan absorber pada balkon dan kanopi Gedung Yustinus baik pada sisi Timur Laut maupun Barat Daya, efektif dalam menurunkan tingkat intensitas kebisingan ruang kelas”
- 6) Dengan menggunakan material absorber sederhana , yaitu : kain goni, styrofoam dan karpet ringan, tingkat intensitas kebisingan di dalam ruang dapat direduksi sebesar 0.09-9.95 dB (lihat tabel 41s/d48, grafik 20-27, dan lampiran 06). Oleh karena itu perlu dilakukan upaya penambahan material finishing pada balkon dan kanopi pada Gedung Yustinus Unika Soegijapranata.
- 7) Pada penelitian akustik gedung Yustinus ini, eksperimen dilakukan dengan menggunakan bahan goni dan styrofoam, yang dipasang pada kanopi bangunan. Karena jarak tiap modul struktur cukup panjang ,dibandingkan dengan kekuatan bahan penyerap (3m), maka karena berat sendiri dan gaya gravitasi bumi, bahan penyerap ini mengalami lendutan ditengah bentang. Ruang yang terjadi antara bahan

penyerap dan plafon ekspos beton inilah (x) yang mengakibatkan berubahnya fungsi penyerap berpori menjadi penyerap selaput yang bergetar. Penyerap jenis ini sangat efektif mereduksi suara berfrekuensi rendah, seperti halnya suara trafik kendaraan.



Gambar 54: Lendutan pada bahan penyerap yang mengubah menjadi penyerap selaput yang bergetar

- 8) Berdasarkan paparan hasil penelitian, baik uji hipotesa satu maupun uji hipotesa dua, didapatkan temuan bahwa aliran angin sangat mempengaruhi efek bunyi diterima pada ruang bangunan. Dengan analogi dapat pula disimpulkan bahwa aliran angin darat ataupun angin laut ternyata sangat perlu untuk dipertimbangkan dalam disain bangunan, terutama yang berkaitan dengan masalah akustik bangunan, sebagai upaya dalam membuat optimalisasi bunyi di dalam ruang.
- 9) dilakukan terhadap 42 responden mahasiswa, didapatkan hasil bahwa “ Variabel adaptasi yang dicerminkan oleh lama studi, tidak berhubungan dengan jawaban mahasiswa mengenai gangguan kebisingan yang berdampak pada : penurunan konsentrasi belajar, penurunan motivasi belajar, penurunan Indeks Prestasi, dan penurunan minat belajar “.
- 10) Namun dalam analisa deskriptif tentang gangguan kebisingan terhadap pemakai bangunan, didapatkan bahwa :

- a). 85.7% mahasiswa menjawab 'terganggu oleh kebisingan' bila kuliah tidak menggunakan alat penguat suara.
- b). Terdapat penurunan jumlah responden sebesar 42.9% untuk substansi jawaban "terganggu oleh kebisingan", dari 92.9% pada saat kuliah tanpa menggunakan alat penguat suara, menjadi 50% pada saat kuliah dengan menggunakan penguat suara. Hal ini membuktikan bahwa 'alat penguat suara' berhasil menambah 'tingkat bunyi berguna' di dalam ruang kuliah.
- c). Pada substansi 'penurunan motivasi belajar' , didapatkan bahwa hampir separuh responden (42,9%) memilih untuk 'mengabaikan suara bising yang terdengar oleh mereka, karena keinginan yang kuat dari mereka untuk mendapatkan nilai /hasil belajar yang maksimal'.
- d). 66,7% responden menjawab bahwa 'bising bukan penyebab turunnya Indeks Prestasi'
- e). Pada substansi penurunan minat belajar, lebih dari separuh responden (52,4%) sebenarnya terganggu oleh kebisingan yang terdengar oleh mereka, namun mereka lebih memilih 'mengabaikannya' daripada membuatnya sebagai penghalang belajar . Hanya 38,1% responden menjawab bahwa minat belajar mereka berkurang ,karena terpengaruh oleh kebisingan yang terdengar oleh mereka.

Hasil analisa deskriptif ini menggambarkan kenyataan bahwa *"Lebih banyak responden mahasiswa yang merasa terganggu oleh kebisingan daripada yang tidak merasa terganggu. Dan sebagian besar mahasiswa mempunyai pendirian yang kuat dalam diri mereka untuk 'mengabaikan' kebisingan yang terdengar oleh*

mereka, karena mereka memiliki motivasi yang kuat untuk mendapatkan hasil belajar yang maksimal, walaupun sebenarnya mereka merasa terganggu oleh kebisingan tersebut”.

- 11) Pada akhirnya , ternyata upaya peningkatan kualitas ruang kuliah yang berkaitan dengan ‘akustik ruang’ sangat diperlukan untuk mereduksi tingkat intensitas kebisingan di dalam ruang kuliah. Kesimpulan ini didasarkan atas jawaban responden dimana 97,6% responden menyatakan ‘ingin ada upaya perbaikan kualitas ruang dari segi akustik’ (lihat hasil penelitian mengenai ‘respon renovasi ruang’). Untuk itu didalam analisa dikemukakan perhitungan akustik ruang dengan sampel ruang kuliah paling bising ,yang didapat pada penelitian Uji Hipotesa Satu.

6.2. REKOMENDASI

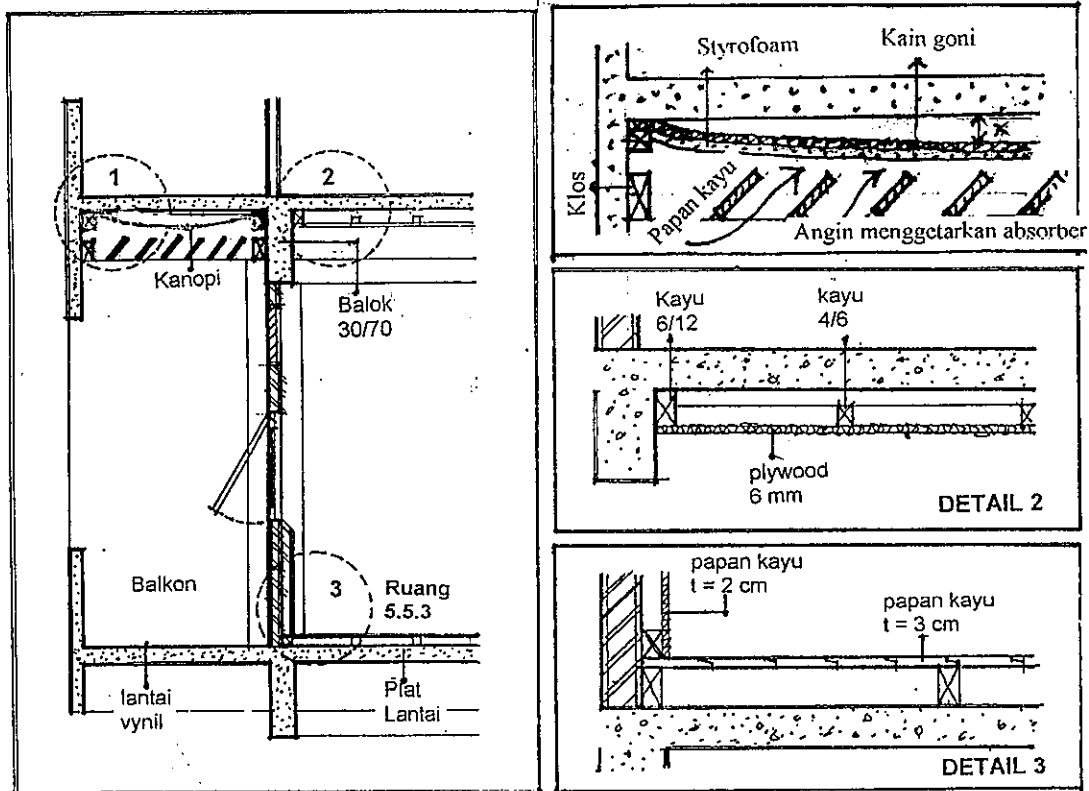
Dari hasil penelitian dan alur pikir penelitian yang sudah tersusun ini, maka untuk kelanjutan pengabdian ilmu di bidang arsitektur, terutama di bidang teknologi bangunan dan akustik lingkungan , maka dapat direkomendasikan beberapa hal yang penting sebagai berikut :

- a. Pada disain Balkon dan Kanopi , perlu ditambahkan bahan penyerap kebisingan pada elemen – elemen pembatas ruangnya, dengan bahan yang relatif memiliki koefisien reduksi yang besar, sehingga tingkat kebisingan di dalam ruang dapat direduksi .
- b. Ruang kuliah perlu ditingkatkan kualitas akustik ruangnya, dengan memperkecil waktu dengung ruangan , sehingga bunyi dengung yang ditangkap dari ruang luar dapat diredam secara baik, yang akhirnya memperkecil gangguan percakapan. Menurut perhitungan waktu dengung dalam disain akustik ruang

kuliah, Ruang 5.5.3 yang mempunyai volume ruang 491 m³ dengan asumsi kondisi ruang terisi 2/3 penuh (lihat tabel 95 dan 96), memiliki Waktu Dengung $RT = 0.61955 - 0,72806$ detik. Sedangkan untuk ruang kuliah 5.3.3 dengan volume 737.88 m³, dengan kondisi yang sama (terisi 2/3 penuh) memiliki Waktu Dengung $RT = 0.63605136 - 0.66881314$ detik (lihat tabel 98 dan 99).

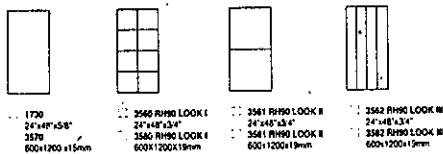
- c. Pemasangan akustik tile pada plafon ruang kuliah
- d. Penambahan bahan penyerap ' bunyi injak' pada lantai ruang kuliah, seperti ;
vinil, parquette, ataupun karpet.

Rekomendasi di atas , dapat diperjelas melalui gambar disain usulan 'Akustik Ruang Kuliah' di bawah ini (Untuk perhitungan Waktu Dengung, lihat tabel 85 – 90).



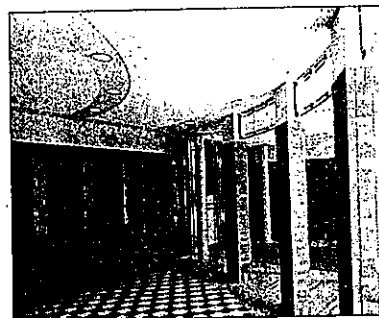
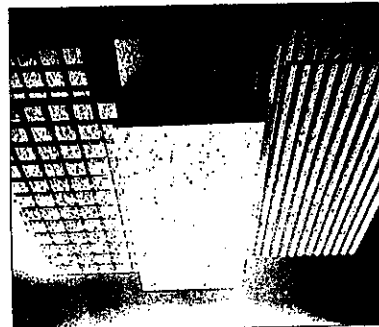
Acoustical Mineral Fiber Ceilings

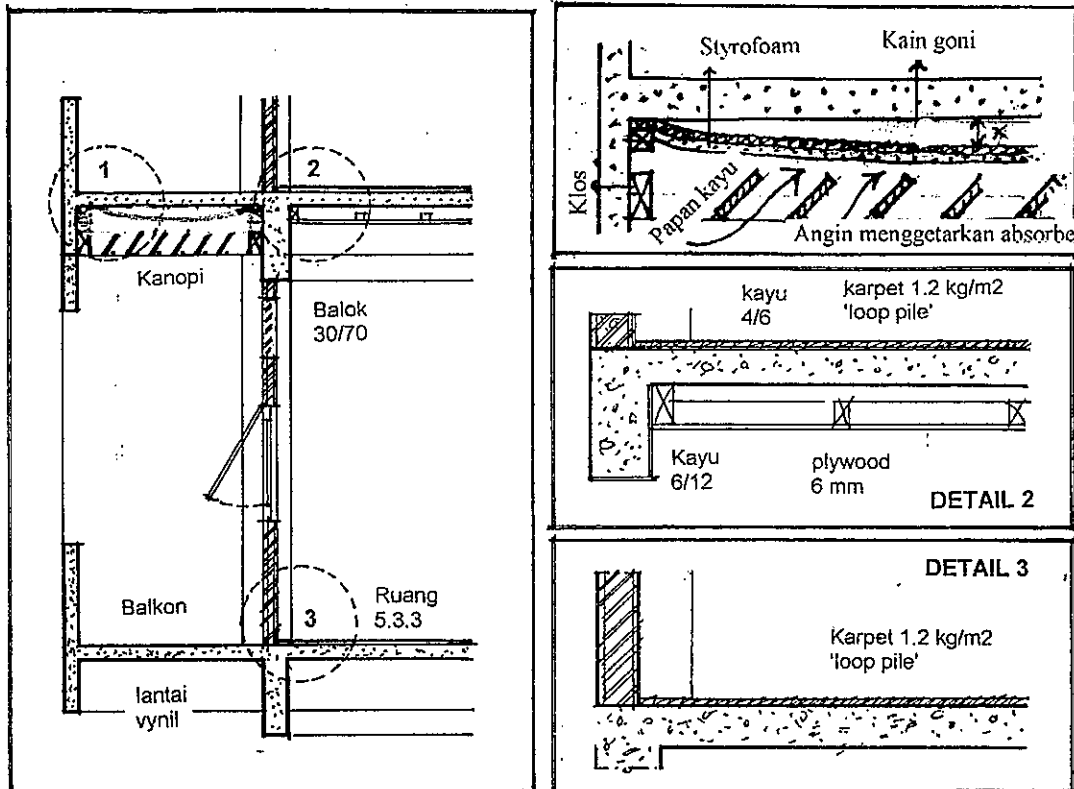
Plafond akustik khusus untuk daerah tropis



PHYSICAL DATA :

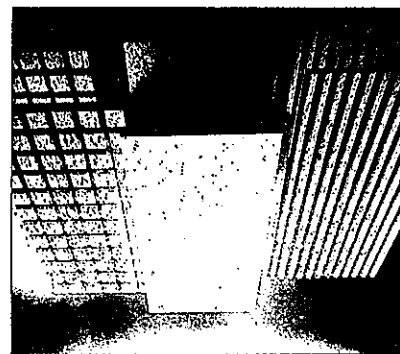
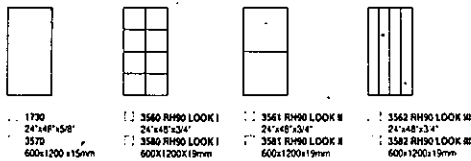
Material	Wet-formed mineral fiber
Texture	Fine Fissured
Surface Finish	Factory-applied vinyl latex paint
Color	White
Light Reflectance	LR1 (Min. 75), Fed.Spec.SS-S-118B and ASTM E 1264
NRC Range	0.50 - 0.60
STC Range	35 - 39
Surface Burning Characteristics	Class A (ASTM E 1264 and Fed. Spec.SS-S-118B); Flame spread < 25; UL labelled.
Insulation Value	Average R factor at 24°C is 1.5
Performance Guarantee	No visible sag (less than 2.5mm) under conditions below 40°C and 90% RH





Acoustical Mineral Fiber Ceilings

Plafond akustik khusus untuk daerah tropis



PHYSICAL DATA :

Material	Wet-formed mineral fiber
Texture	Fine Fissured
Surface Finish	Factory-applied vinyl latex paint
Color	White
Light Reflectance	LR1 (Min. 75), Fed.Spec.SS-S-118B and ASTM E 1264
NRC Range	0.50 - 0.60
STC Range	35 - 39
Surface Burning Characteristics	Class A (ASTM E 1264 and Fed. Spec.SS-S-118B); Flame spread < 25; UL labelled.
Insulation Value	Average R factor at 24°C is 1.5
Performance Guarantee	No visible sag (less than 2.5mm) under conditions below 40°C and 90% RH



DAFTAR PUSTAKA

- Ardiyanto. Antonius, Sumarsono.FX, 1993/1994 : *Tingkat Kebisingan Ruang Kuliah Fakultas Psikologi Unika Soegijapranata*, Lemlit Unika Soegijapranata.
- Bell,Paul A; Fisher,Jeffrey D, 1978 : *Environmental Psychology*, Philadelphia : WB. Saunders Company.
- Burden, Ernest, 1995 : *Elements of Architectural Design, A Visual Resource*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Ching, DK, Francis, 1979 : *Form, Space and Order*, Van Nostrand Reinhold Company.
- Conway , Hazel ; Roenisch , Rowan ,1994: *Understanding Architecture : An Introduction to Architecture and Architectural History*, Routledge- London and New York.
- Dajan, Anto, 1986 : *Pengantar Metode Statistik. Jilid 1*, Cetakan ke 11, LP3ES – Jakarta.
- Finke, Hans O; 1990 : *Measurement and Rating of Environment Noise*, Physikalisch – Technische Bundesanstalt Braunschweig und Berlin.
- Harris, Cyril M , 1979: *Handbook of Noise Control*, Second Edition, Mc Graw – Hill Book Company, New York, St. Louis, San Fransisco.
- ISEM (Institutional Strengthening in Environmental Management) , Departemen Pekerjaan Umum, Dirjen Jalan Raya, 1997: *Standard Operating Procedur No. 23. Road Traffic Noise Assessment*, Pelabuhan Ratu – Sukabumi, Jawa Barat.
- Kinsler L.E., Frey A.R., Coppins A.B.,Sanders J.V. , 1982:*Fundamentals of Acoustics*, 3. Edition John Wiley and Sons. (A widely used textbook in acoustics).
- Knudsen, Vern O ; Harris , Cyril M , 1978: *Accoustical Designing in Architecture* ; American Institute of Physics- Accoustical Society of America , Columbia University.
- Lippsmear , George, 1994 : *Bangunan Tropis*, Penerbit Erlangga , Jakarta .

- Mangunwijaya, Y.B , 1997 : *Pasal – pasal Penghantar Fisika Bangunan* , Penerbit Djambatan, Jakarta.
- May,D, 1978, Handbook of Noise Assessment, Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Purwanto, N.M, 1994 :*Psikologi Pendidikan*, Bandung : Remaja Rosdakarya.
- Prasetio, Lea , 1993 : *Akustik Lingkungan*. Judul asli Environmental Accoustic oleh Leslie L . Doelle, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Priyanto. Pius Heru, Hindiarto. Ferdinandus, 1998 : *Pengaruh Kebisingan Suara Terhadap Motivasi Dan Prestasi Belajar Mahasiswa Fakultas Psikologi Unika Soegijapranata Semarang*, Lemlit Unika Soegijapranata, Jakarta.
- Richard,KM, Wayne. V.M, 1978, Handbook of Accoustic Enclosures and Barriers, The Fairmont Press,Inc.
- Riwanto, I , 1999 : *Penulisan Artikel Ilmiah* . Dalam Lokakarya/ Forum Komunikasi Penelitian Artikel Ilmiah Bagi Dosen Senior di Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang.
- Road Traffic Noise, 1987 : *Guidelines for Prediction and Measurement of Road Traffic Noise Including Guidelines for the Provision of Noise Attenuation Measures*, DMR, Sidney.
- Santosa, M, 1997 : *Arsitektur Tradisional Tropis, sebuah Referensi Untuk Masa Depan* , Seminar Workshop “ Kota dan Arsitektur di Daerah Iklim Tropis Lembab, Menjelang Abad 21” Jurusan Arsitektur FT Tarumanegara , Jakarta .
- Santoso, Singgih, 1999 : *SPSS Mengolah Data Statistik Secara Profesional*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Sasongko,Dwi.P,Hadiyanto,Agus, 2000 : *Kebisingan Lingkungan* , Cetakan I, Semarang : Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Schaudinisky, L.H , 1976 : *Sound, Man and Building*, Applied Science Publisher Ltd., London.
- Snyder, James C ; Catanese, Anthony J ,1997 : *Pengantar Arsitektur*, Penerbit Erlangga , Jakarta.

- Stein Benjamin ; Reynolds, John . S ; Mc Guinness, William. J , 1986 : *Mechanical and Electrical Equipment For Buildings*, Seventh Edition, John Wiley & Sons, Singapore.
- Suryabrata, Sumadi, 1984 : *Psikologi Pendidikan* , Jakarta: CV. Rajawali.
- Szokolay, S.V. , 1980 : *Environmental Science Handbook for Architects and Builders*, The Construction Press, Lancaster London New York.
- Wiranto, 1997 : *Pelangi Arsitektur*, Badan Penerbit Universitas Diponegoro; Semarang
- Yeang , Ken , 1998 : *Tropical Architecture in Verandah City* , Longman , Malaysia ; Kuala Lumpur.

PEDOMAN DAN STANDARD

- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : Kep-48/MENLH/11/1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan .
- VDI 2714 – (1986) : Outdoor Sound Propagation (in German)
- ISO / R 362 : Measurement of Noise Emitted by Vehicles.
- ISO 3740 : Determination of Sound Power Levels – Guidelines
- ISO 3741 – 3746 : Method for Sound Power Measurements .
- ISO / DP . 9613 – 1 : ACOUSTICS – Attenuation of Sound during Propagation Outdoors – Part 1 : Calculation of the absorption of sound by the atmosfer.
- ISO /DP , 9613 – 2 : ACOUSTICS – Attenuation of Sound During Propagation Outdoors – Part 2 : A General method of Calculation (Draft Proposal January 1990)
- IEC 651 : Sound Level Meters (1979).