

# CONSTRUCTION OF A SIMPLE MODEL WITH AN OPTIMAL SOUND TRANSMISSION LOSS (STL) IN A NOISE PRONE AREA

## KONSTRUKSI MODEL SEDERHANA DENGAN NILAI SOUND TRANSMISSION LOSS (STL) YANG OPTIMAL PADA KAWASAN RAWAN KEBISINGAN

Erni Setyowati<sup>1)</sup>, Sugiono Soetomo<sup>2)</sup>, Wahyu Setiabudi<sup>3)</sup>, dan Eddy Prianto<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik UNDIP Semarang Indonesia, e-mail: [ernisyahdu@yahoo.com](mailto:ernisyahdu@yahoo.com)

<sup>2), 3), 4)</sup> Program Doktor Teknik Arsitektur dan Perkotaan UNDIP, Semarang, Indonesia, e-mail: [S3archurb\\_undip@yahoo.com](mailto:S3archurb_undip@yahoo.com)

### ABSTRACT

Airport located in the city centre district is one of the areas prone to urban noise. The houses built without a silencer element to get the sound emission is quite large. AHMA Ad Yani Airport in Semarang city changed its status from National Airport to International Airport. As a result, housing in surrounding the airport is increasingly disturbed by the noise, because the flight intensity increases. Based on the flight schedule issued by PT. Angkasa Pura, noted there are approximately 68 scheduled flights each day. This study is a modeling that measures the value of noise reduction on building model created in the field with the value specified Sound Transmission Loss. Analysis showed using Paired Sample Test Two-and Completed randomized design (CRD) of the software SPSS (Statistical Product for Service Solution) version 15. With that method also showed that the result that the rotation of building a simple model is able to reduce the noise level is very significant.

**Key words** : simplified model, the value of STL, areas prone to noisy city

### ABSTRAK

Bandara terletak di distrik pusat kota adalah salah satu daerah yang rentan terhadap kebisingan perkotaan. Rumah-rumah dibangun tanpa elemen peredam untuk mendapatkan emisi suara cukup besar. Bandara AHMA Ad Yani di Kota Semarang mengubah status dari National Airport ke Bandara Internasional. Akibatnya, perumahan di sekitar bandara semakin terganggu oleh bunyi suara, karena meningkatnya intensitas penerbangan. Berdasarkan jadwal penerbangan yang dikeluarkan oleh PT. Angkasa Pura, tercatat ada sekitar 68 penerbangan terjadwal setiap hari. Penelitian ini merupakan model yang mengukur nilai pengurangan kebisingan pada model bangunan yang dibuat di lapangan dengan nilai yang ditentukan oleh *Sound Transmission Loss*. Analisis menunjukkan menggunakan Paired Sample Test Dua dan Selesai rancangan acak (RAL) dari software SPSS (Statistik Produk Jasa Solution) versi 15. Dengan metode itu juga menunjukkan hasil penelitian bahwa rotasi bangunan sebuah model sederhana dapat mengurangi tingkat kebisingan sangat signifikan.

**Kata-kata kunci** : model sederhana, nilai STL, daerah rawan kebisingan

### PENDAHULUAN

Beberapa perumahan di kawasan Bandara AHMA Ad Yani Semarang mengalami gangguan bunyi yang signifikan. Dari pengukuran lapangan menggambarkan deskripsi seperti yang terlihat pada Tabel 1 di bawah ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kawasan tersebut mengalami gangguan kebisingan karena tingkat kebisingan berada di atas ambang yang diizinkan yaitu 55 db untuk kawasan pemukiman (MENLH, 1996). Untuk itu perlu

ada nya penelitian yang mengkaji tentang peredaman kebisingan tersebut.

Berdasarkan kondisi tersebut di atas, maka penelitian ini difokuskan pada perumahan Graha Padma dengan pertimbangan aspek: jarak, rentang tingkat kebisingan, dan keseragaman populasi rumah yang diteliti. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel.2.

Adapun definisi Nilai *Sound Transmission Loss*, untuk selanjutnya disingkat *STL* dalam penelitian ini adalah kemampuan elemen konstruksi dalam mengurangi (peredam) tingkat bunyi yang jatuh pada permukaannya.

Tabel 1. Tingkat Kebisingan perumahan seputar bandara AHMA Ad Yani - Semarang

| NO | TANGGAL   | JAM   | PURI ANJASMORO ( dB A) | Jarak (m) | CAKRAWALA ( dB A) | jarak (m) | GRAHA PADMA ( dB A) | jarak (m) |
|----|-----------|-------|------------------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------|-----------|
| 1  | 20-Nop-09 | 09.50 | 46,42                  | 493       | 51,39             | 464       | 53,28               | 414       |
| 2  | 21-Nop-09 | 10.35 | 48,27                  | 493       | 52,22             | 464       | 54,11               | 414       |
| 3  | 22-Nop-09 | 10.50 | 51,53                  | 493       | 55,37             | 464       | 57,27               | 414       |
| 4  | 23-Nop-09 | 11.00 | 47,51                  | 493       | 51,33             | 464       | 53,22               | 414       |
| 5  | 24-Nop-09 | 11.40 | 68,79                  | 493       | 72,78             | 464       | 74,67               | 414       |
| 6  | 25-Nop-09 | 11.50 | 63,43                  | 493       | 68,42             | 464       | 70,31               | 414       |
| 7  | 26-Nop-09 | 12.05 | 77,97                  | 493       | 79,97             | 464       | 81,86               | 414       |

Sumber : Pengukuran lapangan

Tabel 2. Pertimbangan pemilihan studi kasus penelitian

| NO | FAKTOR YANG DIAMATI              | PURI ANJASMORO | CAKRAWALA      | GRAHA PADMA    |
|----|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| 1  | Jarak ( m)                       | 493            | 464            | 414            |
| 2  | Tingkat Kebisingan               | 47,51-77,97 dB | 51,33-79,97 dB | 53,22-81,86 dB |
| 3  | Tingkat keseragaman sampel rumah | beragam        | beragam        | seragam        |

Sumber : Pengamatan dan pengukuran lapangan

## METODE PENELITIAN

### Graha Padma Sebagai Sampel Penelitian

Graha Padma memiliki bebeRAPa klaster, satu diantaranya adalah Klaster Avonia yang memiliki jarak sangat dekat dengan as landas pacu bandara, seperti yang terlihat pada Gambar-1. Klaster ini hanya berjarak sekitar 310 meter saja dari as landas pacu bandara. Kebisingan yang diterima oleh Klaster ini berkisar antara 80 – 90 dB. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48/MENLH/11/1996, tentang Baku Tingkat Kebisingan, untuk fungsi perumahan memiliki standar sebesar 55 dB. Berdasarkan pengukuran di lapangan, Nilai *Sound Transmission Loss (STL)* unit rumah eksisting yang tertinggi berkisar antara 29 – 30 dB, sehingga bunyi yang diterima di dalam bangunan apabila dikurangkan terhadap level kebisingan pada klaster avonia adalah berkisar antara 50 – 60 dB. Nilai ini masih berada di atas batas kebisingan yang diperbolehkan menurut KEPMEN Menteri Lingkungan Hidup tersebut. BebeRAPa pertimbangan dalam pemilihan studi kasus penelitian ini seperti yang tercantum dalam Tabel-2. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka dipilih lokasi klaster Avonia yang memiliki yang memiliki jarak paling dekat dengan As landasan pacu Bandara AHMAd Yani, juga memiliki tingkat kebisingan yang cukup tinggi, serta mempunyai keseragaman sampel rumah yang cukup seragam.

### Sound Transmission Loss (STL) dan Sampel Rumah Eksisting

*Sound Transmission Loss* atau disingkat *STL* adalah kemampuan suatu elemen konstruksi bangunan dalam mengurangi tingkat kebisingan yang melalui permukaannya. Gambar 3 ber-

kut ini adalah gambaran elemen bangunan yang berkaitan dengan *Sound Transmission Loss (STL)*, gambar tersebut adalah merupakan susunan lapis dinding yang dapat meredam bunyi secara signifikan.

Pada Gambar 2 menunjukkan dua tipe rumah pada Klaster Avonia yaitu tipe Oxera dan tipe Clivia . Type Oxera berdasarkan susunan bahan konstruksinya memiliki *STL* 22,45 dB, sedangkan tipe Clivia memiliki *STL* sebesar 28,68 dB. Maka tipe Clivia dijadikan acuan sampel eksisting dalam penelitian ini, kemudian model konstruksi sederhana dibuat dan disusun bahan konstruksinya sampai mempunyai tingkat *STL* setara dengan *STL* tipe Clivia, model konstruksi ini akan diteliti kemampuan peredaman bunyinya dalam berbagai posisi rotasi sudut terhadap as landasan pacu Bandara AHMAd Yani.

### Konstruksi Model Sederhana Peredam Bunyi

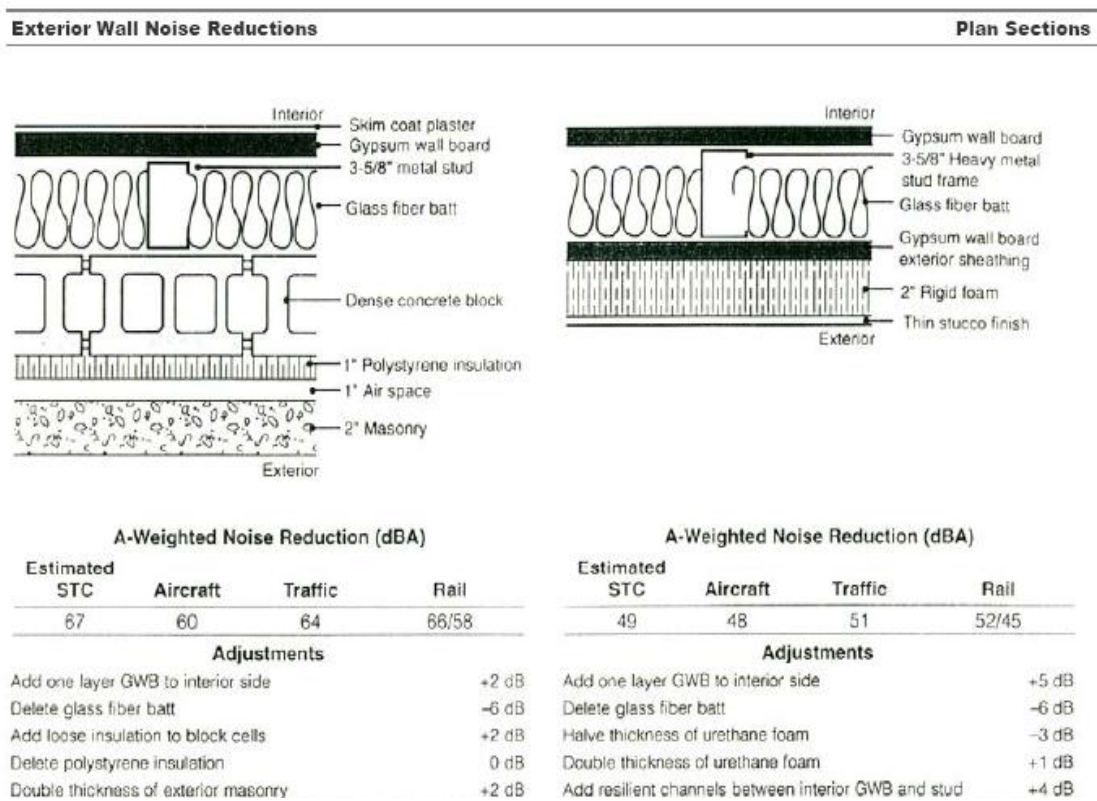
Untuk meneliti efek pengurangan (peredaman) bunyi yang diakibatkan oleh pembuatan suatu konstruksi tertentu, maka dalam penelitian ini dibuat 2 unit model dengan detail gambar model seperti pada Gambar 4 yaitu satu model tanpa lapisan *Stereofoamed* dan model satu lagi dilengkapi lapisan *Stereofoamed*. Juga foto dokumentasi model penelitian ditunjukkan seperti pada Gambar 5. Sedang detail model untuk *unsterofomed* dapat dilihat pada Gambar 6, untuk model dengan *sterofomed* dapat dilihat pada Gambar 7, kedua model tersebut diuji *STL*-nya dan dibandingkan, dipilih mana yang mempunyai daya redaman bunyi yang tinggi (nilai *STL*-nya yang tinggi). Adapun spesifikasi model dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 1. Lokasi Klaster Avonia terhadap as landas pacu.  
(Sumber : RTBL kawasan Bandara AHMAd Yani, Graha Padma Estate – Semarang)



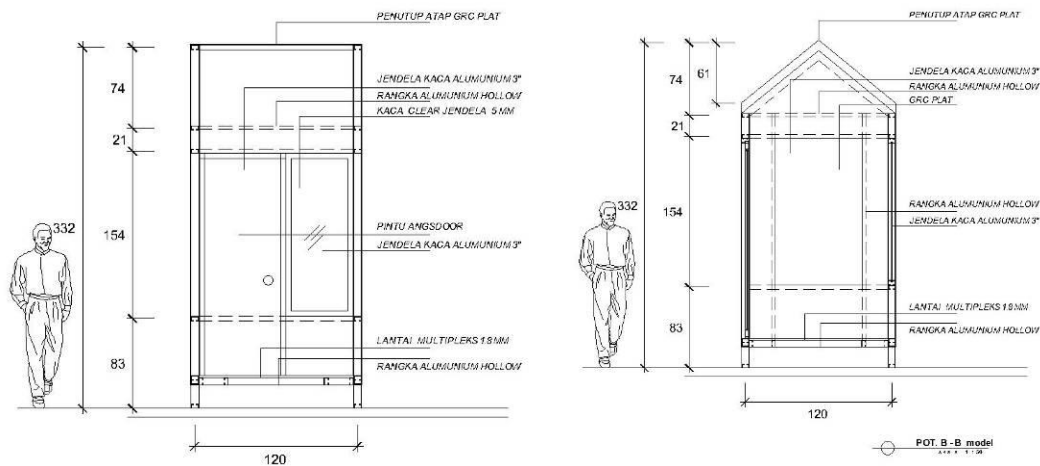
Gambar 2. Tipe rumah Oxera dan Clivia  
(Sumber : Graha Padma Real Estate- Semarang)



Gambar 3. Sound Transmission Loss pada Konstruksi Bangunan  
(Sumber : Metropolitan Council)

Tabel 3. Spesifikasi model (Sumber: data lapangan)

| No | Konstruksi       | Material                              | Kualitas                  |
|----|------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| 1  | Rangka/frame     | Aluminium metal stud/ hollow brackets | Smartruss atau sekualitas |
| 2  | Dinding          | GRC board                             | GRC board ex Gresik       |
| 3  | Peredam/absorber | Glasswool                             | Absorber fabrican         |
| 4  | Kaki model       | Karpet                                | Nobel karpet atau setara  |
| 5  | Pintu            | Roda 4 unit/ model                    | Rotatable                 |
| 6  | Jendela          | Dobel plywood dengan absorber         | workshop                  |
| 7  | atap             | Aluminium panil kaca                  | Alexindo atau sekualitas  |
|    |                  | GRC board                             | GRC board ex Gresik       |



Gambar 4. Konstruksi Model Penelitian  
(Sumber : Gambar kerja pembuatan model penelitian)



Gambar 5. Pembuatan model pada workshop  
(Sumber : Dokumentasi Lapangan)

## HASIL DAN DISKUSI

Sebelum proses setting di lapangan, model di uji *STL*-nya terlebih dahulu dan hasilnya adalah untuk model *unsterofomed* mempunyai nilai *STL* 19,98 dB seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Karena nilai *STL* nya masih jauh dari haRAPan, maka model kemudian ditambah dengan lapisan absorber. Absorber yang di-gunakan untuk mempertinggi nilai *STL* adalah *sterofoam*. Setelah model dilapisi dengan *sterofoam*, maka hasil uji *STL*-nya

me-ningkat dan mempunyai nilai sebesar 26,92 dB seperti yang nam-pak pada Tabel 5 berikut.

Hasil ini lebih baik dibandingkan dengan nilai yang dida-patkan sebelum model mendapatkan penambahan lapisan *stero-foam*. Dengan hasil ini, maka dapat disimpulkan bahwa model mampu menurunkan bunyi (mereduksi) sebesar 26,92 dB dari level bunyi yang diterima di permukaan luar dinding model ter-sebut. Hasil ini menunjukkan nilai yang cukup signifikan. Detail konstruksi model dengan penambahan absorfer berupa *sterofoam* dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel 4. Nilai *STL* model sebelum dilapisi sterofoam

| Periode | Tanggal  | Jam   | Model Rumah     |                | Jarak<br>(m) | <i>STL</i><br>(dB) |
|---------|----------|-------|-----------------|----------------|--------------|--------------------|
|         |          |       | Dalam<br>(dB A) | Luar<br>(dB A) |              |                    |
| I       | 11-5-'10 | 15,20 | 54,38           | 73,88          | 1            | 19,49              |
| II      | 10-5-'09 | 15,40 | 53,79           | 74,25          | 1            | 20,47              |
| Rerata: |          |       |                 |                |              | 19,98              |

(Sumber: pengukuran di lapangan)

Tabel 5. Nilai *STL* model setelah dilapisi sterofom

| Periode | Tanggal  | Jam   | Model Rumah     |                | Jarak<br>(m) | STL<br>(dB) |
|---------|----------|-------|-----------------|----------------|--------------|-------------|
|         |          |       | Dalam<br>(dB A) | Luar<br>(dB A) |              |             |
| I       | 13-5-'10 | 13,05 | 41,69           | 78,48          | 1            | 36,79       |
| II      | 13-5-'10 | 13,07 | 51,96           | 73,42          | 1            | 21,45       |
| III     | 13-5-'10 | 13,09 | 48,32           | 73,01          | 1            | 24,70       |
| IV      | 13-5-'10 | 13,11 | 48,29           | 73,02          | 1            | 24,73       |
| Rerata: |          |       |                 |                |              | 26,92       |

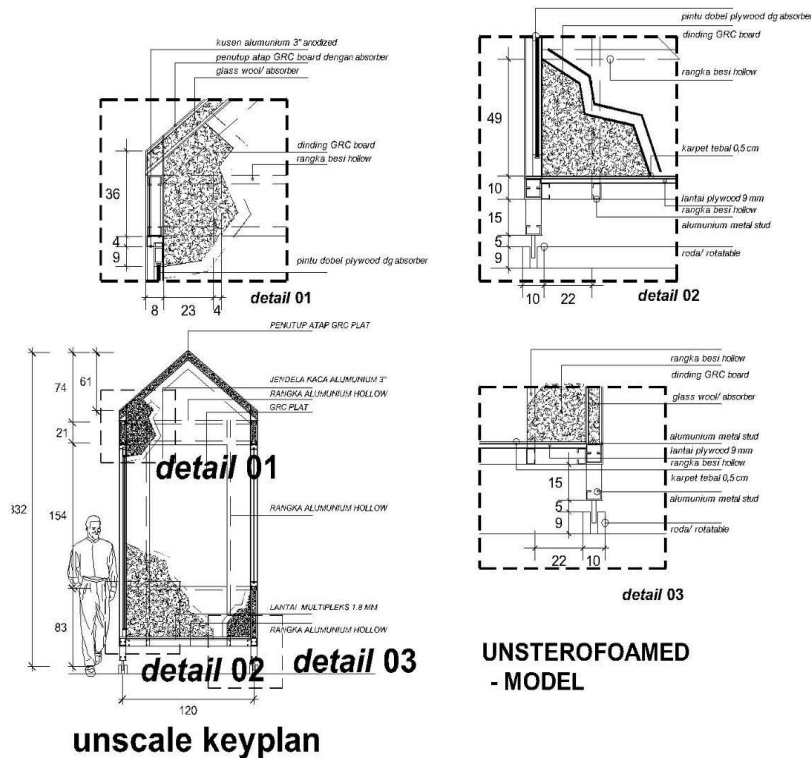
(Sumber: pengukuran di lapangan)

Sebagai bahan perbandingan nilai *STL* pada rumah tipe clivia, ditunjukkan pada tabel di bawah ini :

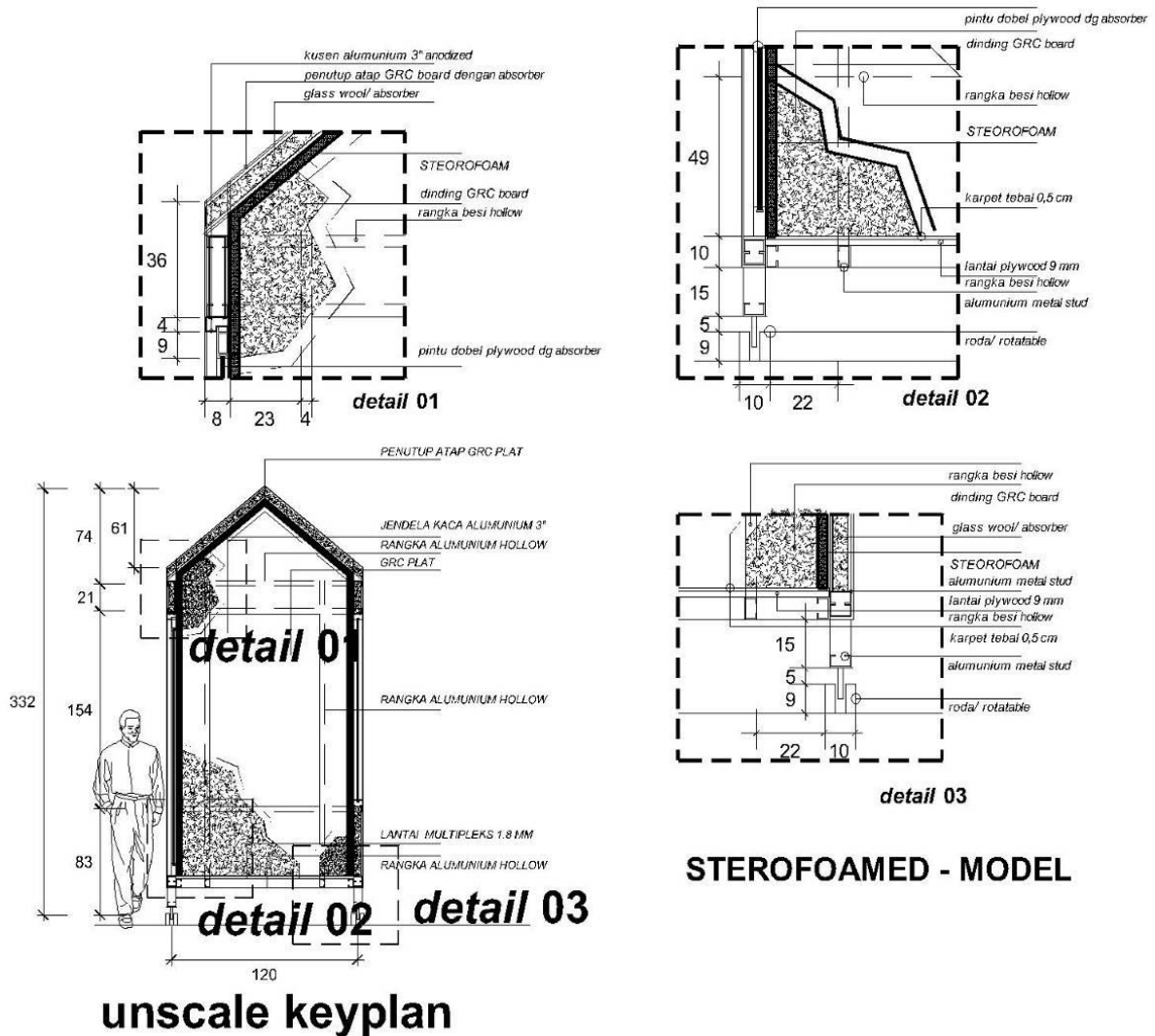
Tabel 6. Nilai *STL* pada rumah tipe Clivia (Sumber: pengukuran di lapangan)

| Periode | Tanggal  | Jam   | Model Rumah     |                | Jarak<br>(m) | STL<br>(dB) |
|---------|----------|-------|-----------------|----------------|--------------|-------------|
|         |          |       | Dalam<br>(dB A) | Luar<br>(dB A) |              |             |
| I       | 10-5-'09 | 15,20 | 55,25           | 83,11          | 373          | 27,86       |
| II      | 10-5-'09 | 15,40 | 54,33           | 83,84          | 373          | 29,51       |
| Rerata: |          |       |                 |                |              | 28,69       |

Adapun detail elemen konstruksi model, adalah sebagai berikut :



Gambar 6. Detail konstruksi model  
(Sumber : Gambar kerja model)



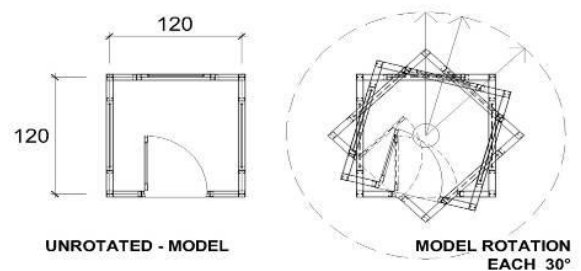
Gambar 7. Detail konstruksi model dengan penambahan styrofoam (Sumber : Gambar kerja model)

**Nilai Penurunan Bunyi pada Model karena Aspek Rotasi**

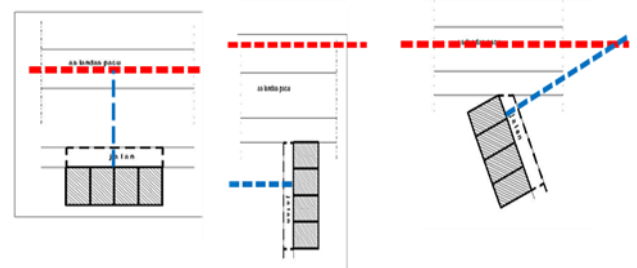
Dengan nilai *STL* yang cukup baik karena menyamai *STL* tertinggi rumah eksisting (type Clivia), maka model cukup relevan apabila ditempatkan di lokasi penelitian yang terletak di kawasan bandara yang cukup bising. Selanjutnya model diuji penurunan tingkat bunyinya dengan melakukan berbagai perputaran sudut perletakan terhadap as landas pacu bandara. Adapun pengertian sudut terhadap as landas pacu disini adalah sebagai berikut :

- a. As Landas pacu adalah garis tengah yang melewati titik-titik tengah lebar landas pacu pesawat
- b. As bangunan : adalah garis tegak lurus yang menghubungkan antara façade bangunan ke garis as landas pacu terdekat
- c. Sudut ( $\alpha$ ): adalah sudut yang terbentuk antara garis as landas pacu dengan garis as bangunan

Untuk mengetahui efektifitas rotasi terhadap nilai perubahan bunyi, maka digunakanlah 2 unit model. Satu model sebagai konstanta dan satu model dilakukan perputaran dalam berbagai sudut rotasi, kemudian dihitung nilai relatif perubahan bunyi yang terjadi .



Gambar 9. Pengukuran efektifitas rotasi pada model (Sumber : Pengukuran Lapangan)



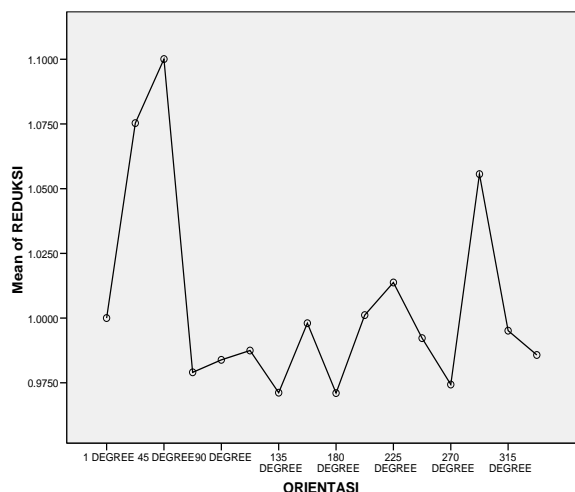
Gambar 8. Terminologi sudut pada model terhadap as landas pacu bandara (Sumber : terminologi penelitian)

Pengukuran dilakukan pada dua kejadian, yaitu pada kejadian saat lepas landas (*take-off*) dan kejadian pada saat mendarat (*landing*). Dari level bunyi yang dicatat sebanyak 40 kali setiap

sudut, dan perputaran sudut sebanyak 15 varian, didapatkan hasil ranking orientasi model dengan menggunakan metode Completed Randomized Design – SPSS versi 15 sebagai berikut.

### A. Pada saat lepas landas (*take-off*)

Tabel 7. *Completed Randomized Design* – SPSS dan *means plot gRAPHics* kondisi di luar model



| REDUKSI                |            |                        |          |          |
|------------------------|------------|------------------------|----------|----------|
|                        |            | Subset for alpha = .05 |          |          |
|                        |            | 1                      | 2        | 3        |
| Tukey HSD <sup>a</sup> | ORIENTASI  | N                      |          |          |
|                        | 180 DEGREE | 40                     | ,971014  |          |
|                        | 135 DEGREE | 40                     | ,971159  |          |
|                        | 270 DEGREE | 40                     | ,974315  |          |
|                        | 60 DEGREE  | 40                     | ,979025  |          |
|                        | 90 DEGREE  | 40                     | ,983852  | ,983852  |
|                        | 330 DEGREE | 40                     | ,985745  | ,985745  |
|                        | 120 DEGREE | 40                     | ,987462  | ,987462  |
|                        | 240 DEGREE | 40                     | ,992243  | ,992243  |
|                        | 315 DEGREE | 40                     | ,995132  | ,995132  |
|                        | 150 DEGREE | 40                     | ,998022  | ,998022  |
|                        | 1 DEGREE   | 40                     | 1,000000 | 1,000000 |
|                        | 210 DEGREE | 40                     | 1,001134 | 1,001134 |
|                        | 225 DEGREE | 40                     | 1,013745 | 1,013745 |
|                        | 300 DEGREE | 40                     | 1,055625 | 1,055625 |
|                        | 30 DEGREE  | 40                     | 1,075341 | 1,075341 |
|                        | 45 DEGREE  | 40                     |          | 1,100075 |
|                        | Sig.       |                        | ,117     | ,056     |

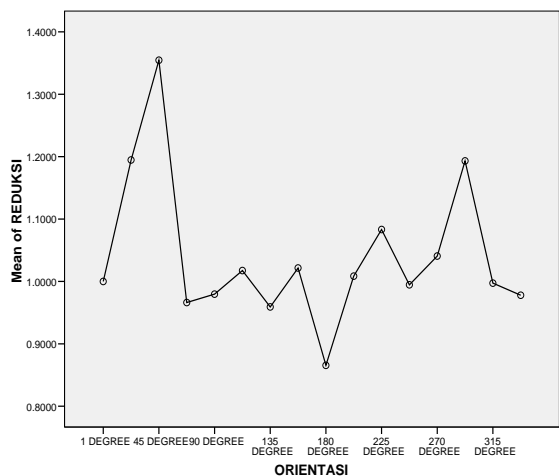
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 40,000.

(Sumber : Analisis Output SPSS versi 15)

Pada grafik dan Tabel 7 di atas untuk pengukuran di luar model nampak bahwa grafik menunjukkan fluktuasi nilai relatif perubahan bunyi yang diterima oleh model pada kondisi derajat rotasi tertentu. Pada grafik tersebut, ada empat sudut yang mempunyai nilai relative perubahan bunyi rendah yaitu sudut 180°,

135°, 60°, 330°. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi tersebut model mempunyai reduksi yang lebih baik dibandingkan kondisi sudut yang lain. Untuk sudut 180° mempunyai reduksi yang paling baik di antara yang lain sedangkan yang paling jelek adalah pada kondisi sudut 45°.

Tabel 8. *Completed Randomized Design* – SPSS dan *means plot gRAPHics* kondisi di dalam model



| REDUKSI                |            |                        |          |          |          |
|------------------------|------------|------------------------|----------|----------|----------|
|                        |            | Subset for alpha = .05 |          |          |          |
|                        |            | 1                      | 2        | 3        | 4        |
| Tukey HSD <sup>a</sup> | ORIENTASI  | N                      |          |          |          |
|                        | 180 DEGREE | 40                     | ,865564  |          |          |
|                        | 135 DEGREE | 40                     | ,959138  |          |          |
|                        | 60 DEGREE  | 40                     | ,966210  | ,966210  |          |
|                        | 330 DEGREE | 40                     | ,977876  | ,977876  | ,977876  |
|                        | 90 DEGREE  | 40                     | ,979673  | ,979673  | ,979673  |
|                        | 240 DEGREE | 40                     | ,994594  | ,994594  | ,994594  |
|                        | 315 DEGREE | 40                     | ,997320  | ,997320  | ,997320  |
|                        | 1 DEGREE   | 40                     | 1,000000 | 1,000000 | 1,000000 |
|                        | 210 DEGREE | 40                     | 1,008495 | 1,008495 | 1,008495 |
|                        | 120 DEGREE | 40                     | 1,017481 | 1,017481 | 1,017481 |
|                        | 150 DEGREE | 40                     | 1,021568 | 1,021568 | 1,021568 |
|                        | 270 DEGREE | 40                     | 1,040661 | 1,040661 | 1,040661 |
|                        | 225 DEGREE | 40                     | 1,083227 | 1,083227 | 1,083227 |
|                        | 300 DEGREE | 40                     |          | 1,193194 | 1,193194 |
|                        | 30 DEGREE  | 40                     |          | 1,194632 | 1,194632 |
|                        | 45 DEGREE  | 40                     |          |          | 1,354522 |
|                        | Sig.       |                        | ,078     | ,051     | ,081     |

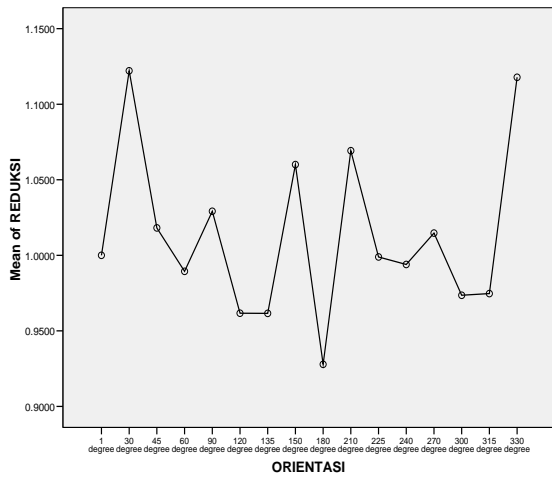
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 40,000.

(Sumber : Analisis Output SPSS versi 15)

Pada grafik dan Tabel 8 di atas untuk pengukuran di dalam model juga nampak bahwa grafik menunjukkan fluktuasi nilai relatif perubahan bunyi yang diterima oleh model pada kondisi derajat rotasi tertentu. Pada grafik tersebut, ada empat sudut yang mempunyai nilai relative perubahan bunyi rendah yaitu sudut 180°, 135°, 60°, 330°. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi tersebut model mempunyai reduksi yang lebih baik dibandingkan kondisi sudut yang lain. Sedangkan pada grafik dan Tabel 9 di bawah ini untuk pengukuran pada kondisi jendela terbuka nampak bahwa grafik menunjukkan fluktuasi nilai relatif perubahan bunyi yang diterima oleh model pada kondisi derajat rotasi

tertentu. Pada grafik tersebut, ada tiga sudut yang mempunyai nilai relatif perubahan bunyi rendah yaitu sudut 180°, 135°, 120°. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi tersebut model mempunyai reduksi yang lebih baik dibandingkan kondisi sudut yang lain. Untuk sudut 180° baik kondisi di dalam model maupun kondisi model dengan jendela terbuka mempunyai reduksi yang paling baik diantara yang lain sedangkan yang paling jelek adalah pada kondisi sudut 45° untuk di dalam model dan 30° untuk model dengan jendela terbuka.

Tabel 9. Completed Randomized Design – SPSS dan means plot gRAPHics kondisi jendela terbuka



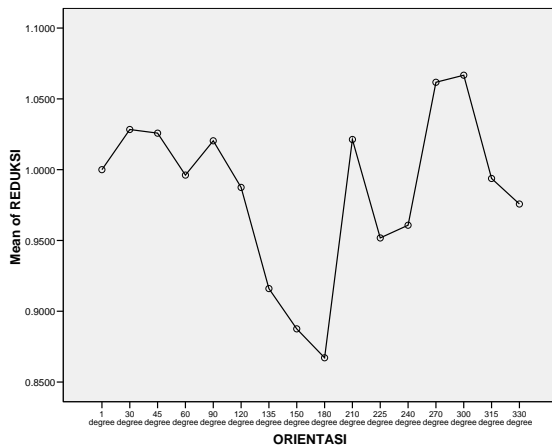
| REDUKSI                |            |    |                        |          |          |          |
|------------------------|------------|----|------------------------|----------|----------|----------|
|                        |            | N  | Subset for alpha = .05 |          |          |          |
| ORIENTASI              |            |    | 1                      | 2        | 3        | 4        |
| Tukey HSD <sup>a</sup> | 180 degree | 40 | ,927865                |          |          |          |
|                        | 135 degree | 40 | ,961583                | ,961583  |          |          |
|                        | 120 degree | 40 | ,961688                | ,961688  |          |          |
|                        | 300 degree | 40 | ,973564                | ,973564  |          |          |
|                        | 315 degree | 40 | ,974683                | ,974683  |          |          |
|                        | 60 degree  | 40 | ,989406                | ,989406  | ,989406  |          |
|                        | 240 degree | 40 | ,993951                | ,993951  | ,993951  | ,993951  |
|                        | 225 degree | 40 | ,998921                | ,998921  | ,998921  | ,998921  |
|                        | 1 degree   | 40 | 1,000000               | 1,000000 | 1,000000 | 1,000000 |
|                        | 270 degree | 40 | 1,014723               | 1,014723 | 1,014723 | 1,014723 |
|                        | 45 degree  | 40 | 1,018136               | 1,018136 | 1,018136 | 1,018136 |
|                        | 90 degree  | 40 | 1,029155               | 1,029155 | 1,029155 | 1,029155 |
|                        | 150 degree | 40 |                        | 1,060048 | 1,060048 | 1,060048 |
|                        | 210 degree | 40 |                        | 1,069229 | 1,069229 | 1,069229 |
|                        | 330 degree | 40 |                        |          | 1,117835 | 1,117835 |
|                        | 30 degree  | 40 |                        |          | 1,122121 | 1,122121 |
|                        | Sig.       |    | ,326                   | ,228     | ,050     | ,052     |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 40,000.

(Sumber : Analisis Output SPSS versi 15)

**B. Pada saat mendarat (landing)**

Tabel 10. Completed Randomized Design – SPSS dan means plot gRAPHics kondisi di luar model



| REDUKSI                |            |    |                        |         |          |          |          |
|------------------------|------------|----|------------------------|---------|----------|----------|----------|
|                        |            | N  | Subset for alpha = .05 |         |          |          |          |
| ORIENTASI              |            |    | 1                      | 2       | 3        | 4        | 5        |
| Tukey HSD <sup>a</sup> | 180 degree | 40 | ,867148                |         |          |          |          |
|                        | 150 degree | 40 | ,887554                | ,887554 |          |          |          |
|                        | 135 degree | 40 | ,916005                | ,916005 | ,916005  |          |          |
|                        | 225 degree | 40 | ,951777                | ,951777 | ,951777  | ,951777  |          |
|                        | 240 degree | 40 |                        | ,960769 | ,960769  | ,960769  |          |
|                        | 330 degree | 40 |                        |         | ,975743  | ,975743  |          |
|                        | 120 degree | 40 |                        |         | ,987462  | ,987462  | ,987462  |
|                        | 315 degree | 40 |                        |         | ,993789  | ,993789  | ,993789  |
|                        | 60 degree  | 40 |                        |         | ,996156  | ,996156  | ,996156  |
|                        | 1 degree   | 40 |                        |         | 1,000000 | 1,000000 | 1,000000 |
|                        | 90 degree  | 40 |                        |         |          | 1,020374 | 1,020374 |
|                        | 210 degree | 40 |                        |         |          | 1,021312 | 1,021312 |
|                        | 45 degree  | 40 |                        |         |          | 1,025791 | 1,025791 |
|                        | 30 degree  | 40 |                        |         |          | 1,028350 | 1,028350 |
|                        | 270 degree | 40 |                        |         |          |          | 1,061721 |
|                        | 300 degree | 40 |                        |         |          |          | 1,066704 |
|                        | Sig.       |    | ,052                   | ,186    | ,056     | ,132     | ,099     |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 40,000.

(Sumber : Analisis Output SPSS versi 15)

Pada grafik dan Tabel 10 di atas untuk pengukuran di luar model nampak bahwa grafik menunjukkan fluktuasi nilai relatif perubahan bunyi yang diterima oleh model pada kondisi derajat rotasi tertentu. Pada grafik tersebut, ada empat sudut yang mempunyai nilai relatif perubahan bunyi rendah yaitu sudut

180°, 150°, 135°, 225°. Hali ini menunjukkan bahwa pada kondisi tersebut model mempunyai reduksi yang lebih baik dibandingkan kondisi sudut yang lain. Untuk sudut 180° mempunyai reduksi yang paling baik diantara yang lain sedangkan yang paling jelek adalah pada kondisi sudut 300°.

Tabel 11. Completed Randomized Design – SPSS dan means plot gRAPHics kondisi di dalam model

| REDUKSI                |            |    |                        |          |          |          |          |
|------------------------|------------|----|------------------------|----------|----------|----------|----------|
|                        |            | N  | Subset for alpha = .05 |          |          |          |          |
| ORIENTASI              |            |    | 1                      | 2        | 3        | 4        | 5        |
| Tukey HSD <sup>a</sup> | 180 degree | 40 | ,737675                |          |          |          |          |
|                        | 150 degree | 40 | ,782196                | ,782196  |          |          |          |
|                        | 135 degree | 40 | ,865553                | ,865553  | ,865553  |          |          |
|                        | 225 degree | 40 | ,904772                | ,904772  | ,904772  |          |          |
|                        | 240 degree | 40 | ,931557                | ,931557  | ,931557  |          |          |
|                        | 315 degree | 40 |                        | ,994380  | ,994380  | ,994380  |          |
|                        | 1 degree   | 40 |                        | 1,000000 | 1,000000 | 1,000000 | 1,000000 |
|                        | 120 degree | 40 |                        |          | 1,017481 | 1,017481 |          |
|                        | 60 degree  | 40 |                        |          | 1,019194 | 1,019194 |          |
|                        | 45 degree  | 40 |                        |          | 1,057460 | 1,057460 |          |
|                        | 90 degree  | 40 |                        |          | 1,058539 | 1,058539 |          |
|                        | 210 degree | 40 |                        |          | 1,074246 | 1,074246 |          |
|                        | 30 degree  | 40 |                        |          | 1,076006 | 1,076006 |          |
|                        | 270 degree | 40 |                        |          |          | 1,181249 | 1,181249 |
|                        | 300 degree | 40 |                        |          |          | 1,208679 | 1,208679 |
|                        | 330 degree | 40 |                        |          |          |          | 1,370045 |
|                        | Sig.       |    | ,195                   | ,074     | ,102     | ,086     | ,233     |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 40,000.

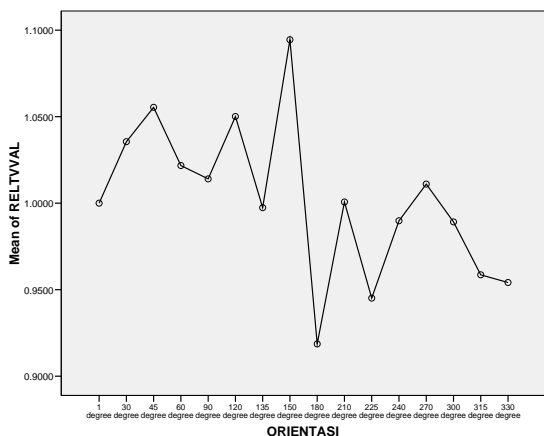
(Sumber : Analisis Output SPSS versi 15)



Pada grafik dan Tabel 11 di atas untuk pengukuran di luar model nampak bahwa grafik menunjukkan fluktuasi nilai relatif perubahan bunyi yang diterima oleh model pada kondisi derajat rotasi tertentu. Pada grafik tersebut, ada empat sudut yang mempunyai nilai relatif perubahan bunyi rendah yaitu sudut 180°,

150°, 135°, 225°, 240°. Hali ini menunjukkan bahwa pada kondisi tersebut model mempunyai reduksi yang lebih baik dibandingkan kondisi sudut yang lain. Untuk sudut 180° mempunyai reduksi yang paling baik diantara yang lain sedangkan yang paling jelek adalah pada kondisi sudut 330°.

Tabel 12. Completed Randomized Design – SPSS dan means plot gRAPHics kondisi jendela terbuka



| RELTVAL                |    |                        |          |          |          |
|------------------------|----|------------------------|----------|----------|----------|
| ORIENTASI              | N  | Subset for alpha = .05 |          |          |          |
|                        |    | 1                      | 2        | 3        | 4        |
| Tukey HSD <sup>a</sup> |    |                        |          |          |          |
| 180 degree             | 40 | ,918658                |          |          |          |
| 225 degree             | 40 | ,945141                | ,945141  |          |          |
| 330 degree             | 40 | ,954167                | ,954167  |          |          |
| 315 degree             | 40 | ,958604                | ,958604  |          |          |
| 300 degree             | 40 | ,989176                | ,989176  | ,989176  |          |
| 240 degree             | 40 | ,989842                | ,989842  | ,989842  |          |
| 135 degree             | 40 | ,997424                | ,997424  | ,997424  |          |
| 1 degree               | 40 | 1,000000               | 1,000000 | 1,000000 |          |
| 210 degree             | 40 | 1,000699               | 1,000699 | 1,000699 |          |
| 270 degree             | 40 | 1,011058               | 1,011058 | 1,011058 |          |
| 90 degree              | 40 | 1,014062               | 1,014062 | 1,014062 |          |
| 60 degree              | 40 | 1,021766               | 1,021766 | 1,021766 | 1,021766 |
| 30 degree              | 40 | 1,035545               | 1,035545 | 1,035545 | 1,035545 |
| 120 degree             | 40 | 1,050118               | 1,050118 | 1,050118 | 1,050118 |
| 45 degree              | 40 | 1,055419               | 1,055419 | 1,055419 | 1,055419 |
| 150 degree             | 40 | 1,094492               | 1,094492 | 1,094492 | 1,094492 |
| Sig.                   |    | ,104                   | ,051     | ,185     | ,086     |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 40,000.

(Sumber : Analisis Output SPSS versi 15)

Pada grafik dan Tabel 12 di atas untuk pengukuran di luar model nampak bahwa grafik menunjukkan fluktuasi nilai relative perubahan bunyi yang diterima oleh model pada kondisi derajat rotasi tertentu. Pada grafik tersebut, ada empat sudut yang mempunyai nilai relative perubahan bunyi rendah yaitu sudut 180°, 225°, 330°, 315°, 300°, 240°. Hali ini menunjukkan bahwa pada kondisi tersebut model mempunyai reduksi yang lebih baik dibandingkan kondisi sudut yang lain. Untuk sudut 180° mempunyai reduksi yang paling baik diantara yang lain sedangkan yang paling jelek adalah pada kondisi sudut 150°.

Terlihat pada grafik dan tabel di atas, bahwa nilai terendah dalam setiap pengukuran tersebut di atas baik pada kondisi *take-off* maupun *landing* adalah sudut 180° terhadap as landas pacu, atau posisi bangunan membelakangi as landas pacu. Sedangkan sudut-sudut lain secara bervariasi menempati urutan yang tidak sama dalam setiap pengukuran, karena tergantung pada arah angin, kecepatan, kelembaban serta temperature lingkungan dan yang tidak kalah pentingnya yaitu faktor refleksi lingkungan terhadap bangunan.

## KESIMPULAN

1. Perumahan di kawasan bandara harus memiliki konstruksi khusus yang harus diteRAPkan untuk mengantisipasi kebising-an yang diterima akibat kegiatan operasional penerbangan.
2. Model sederhana yang digunakan dalam penelitian ini mampu memiliki nilai *STL* (*Sound Transmission Loss*) yang lebih baik daripada bangunan eksisting di lokasi perumahan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa bangunan eksisting di lokasi perumahan akan jauh lebih baik kondisinya apabila diberi penambahan material absorber pada dinding interiornya.
3. Rotasi model bersudut 180° memiliki nilai reduksi terbaik saat lepas landas maupun mendarat dibandingkan dengan ro-

tasi sudut-sudut yang lain. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *lay-out* unit rumah secara individu yang terbaik bagi perumahan di kawasan bandara adalah *lay-out* yang membelakangi as landas pacu bandara.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cyril M., H. (1979). *Handbook of Noise Control, Second Edition*, Mc Graw – Hill Book Company, New York, St. Louis, San Fransisco.
- Erni, S. (2009). “Noise Hazard in Residential Slum Area Near Airport.” *CIB International Conference Proceeding, Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota*, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Isabelle, J. , Laboratoire CERMA (2002). “Modelling and Simulation of physical ambient factors, noise and wind in tropical humid climate : proposition for methodology”. *Architectural and Urban Ambient Environment, First International Workshop*, Nantes , France, February 6-8, 2002.
- Leslie L., D. (1993)., *Akustik Lingkungan* , penterjemah Dra. Lea L Prasetyo, Erlangga , Jakarta, Indonesia.
- Metropolitan Council, (2006). “Builders Guide-Mitigating Aircraft Noise in New Residential Construction.” *Publication no. 35-06-019* , [www.metrocouncil.org](http://www.metrocouncil.org) (akses tanggal 19 Agustus 2008).
- ‘Noise Level Standard’ from Standard of Indonesian Ministry of Environment (1996). ( KEP-48/MENLH/11/1996).
- Vern O. K.. (2006). *American Institute of Physics- Accoustical Society of America* , Columbia University.
- Xiulan, C. and Z. Darui, Z. Yuhai ( 2003 ). “Aircraft Noise around Beijing Airport”. *Journal Applied Acoustics*, Volume 25, Issue 2, 1988, Pages 103-111.