

## **Analisis Sebaran Kebisingan Akibat Aktivitas *Landing* dan *Take-Off* Menggunakan *Software Integrated Noise Model 7.0d* Di Sekitar Bandar Udara Ahmad Yani Semarang**

**Glorian Suhariani Silalahi\*)**, **Pertiwi Andarani\*\*)**, **Titik Istirokhatun\*\*)**  
Program Studi S1 Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang, Semarang, Indonesia 50275  
email: [glorian.suhariani@gmail.com](mailto:glorian.suhariani@gmail.com)

### **Abstrak**

*Kegiatan operasional di bandara seperti aktivitas landing dan take-off menimbulkan kebisingan. Tingkat kebisingan yang tinggi dapat mengganggu kesehatan manusia secara signifikan apabila manusia terpapar kebisingan dalam periode waktu yang lama dan terus-menerus. Oleh karena itu, informasi tingkat kebisingan dibutuhkan untuk menentukan sebaran kebisingan. Sebaran kebisingan di sekitar bandara dapat diperkirakan dan dievaluasi dengan menggunakan software Integrated Noise Model (INM). Simulasi kontur kebisingan pada penelitian ini menggunakan data penerbangan selama 1 minggu dengan 333 kedatangan dan 334 keberangkatan. Indeks Weighted Equivalent Continuous Percieved Noise Level (WECPNL) dari hasil simulasi divalidasi dengan hasil pengukuran yang dilakukan di sekitar bandara. Berdasarkan penelitian, total kawasan kebisingan Bandara Ahmad Yani adalah 6,949 km<sup>2</sup> dengan berjarak 0,987 km dari runway 31 ke arah Kota Semarang, 4,852 km dari runway 13 ke arah laut dan 0,438 km dari sisi runway. Terdapat 7 sekolah dan 1 rumah sakit yang berada dalam kawasan kebisingan tingkat I dan 0,01 km<sup>2</sup> permukiman yang berada di kawasan kebisingan tingkat II. Oleh karena itu, 3 skenario pengendalian disimulasikan yaitu (1) reschedule jadwal penerbangan; (2) pengaturan arah landing and take-off; (3) gabungan skenario 1 dan 2. Berdasarkan penelitian, skenario ketiga merupakan skenario yang paling efektif mengurangi dampak kebisingan karena 37,602% kawasan kebisingan base case dapat direduksi. Terlebih lagi, tidak ada lokasi sensitif seperti rumah sakit, sekolah dan permukiman yang berada dalam kawasan kebisingan ini.*

**Kata kunci:** *Bandara Ahmad Yani, kontur kebisingan, Integrated Noise Model, WECPNL, pengendalian kebisingan.*

### Abstract

*[Analysis of Noise Distribution Due to Landing and Take-Off Activities Using Integrated Noise Model 7.0d Software Around Achmad Yani Airport Semarang]. Operational activities in airport such as landing and take-off generated noise. High level noise can affect public health significantly if people are exposed by noise in a period of time and continuously. Therefore information of noise level is required to determine the distribution of noise. Distribution of noise around the airport can be estimated and evaluated by using software Integrated Noise Model (INM). Contour noise simulation in this study used flight data during 1 week with 333 approaches and 334 departures. Weighted Equivalent Continuous Percieved Noise Level (WECPNL) index of model result was validated with measurement results that conducted around Achmad Yani International Airport. According to this study, the area of community noise is 6,949 km<sup>2</sup> with distance 0,987 km from runway 31 toward Semarang City, 4,852 km from runway 13 toward sea and 0,438 km from the side of runway. There are seven schools and one hospital that located in community noise level I and 0,01 km<sup>2</sup> residences located in community noise level II. Therefore, three noise control scenarios are simulated such as (1) reschedule of the flight; (2) adjustment landing and take-off direction; (3) combination between them. According to this study, the third scenario is the most effective way to reduce noise impact because 37,602% the area of community noise base case can reduced. Moreover, there is no sensitive location such as hospital, school or residence that included noise area.*

**Keywords :** Achmad Yani International Airport, noise contour, Integrated Noise Model, WECPNL, noise control.

## 1. PENDAHULUAN

Bandar udara (bandara) merupakan salah satu fasilitas umum yang memiliki peran vital sebagai gerbang mobilitas suatu kota. Banyaknya pesawat yang *landing* dan *take-off* menyebabkan tingginya tingkat kebisingan di sekitar bandara. Tingkat kebisingan ini, selain dipengaruhi oleh frekuensi penerbangan yang tinggi juga dipengaruhi oleh jenis mesin jet yang digunakan oleh pesawat (Primanda, 2012).

Kebisingan bandar udara adalah produk samping yang tidak diinginkan dari sebuah lingkungan bandar udara yang disebabkan oleh kegiatan operasional

bandara yaitu bunyi suara mesin pesawat terbang yang menimbulkan kebisingan yang tidak hanya mempengaruhi aktivitas karyawan bandara namun penduduk yang tinggal di sekitar bandara (Sasongko, 2000).

Kebisingan dapat menimbulkan gangguan terhadap pekerjaan yang sedang dilakukan seseorang melalui gangguan psikologi dan gangguan konsentrasi sehingga menurunkan produktivitas kerja (Sasongko, 2000). Dalam penelitian Hartono (2014), bising pesawat udara dengan taraf intensitas 74,51 skala WECPNL, dengan lama paparan lebih dari 1 tahun sudah dapat menyebabkan

kondisi stress yang berakibat gangguan pencernaan (*gastrointestinal disorders*) atau dispepsia pada wanita di sekitar Bandara Adi Soemarmo Boyolali.

Bandara Ahmad Yani Semarang merupakan salah satu bandar udara internasional yang melayani Kota Semarang. Adapun jumlah penerbangan di Bandara Ahmad Yani mengalami peningkatan setiap tahunnya. Arus lalu lintas pesawat udara pada tahun 2015 tercatat 29.897 pesawat. Bila dibandingkan dengan tahun sebelumnya mengalami kenaikan sebesar 15,42% (Badan Pusat Statistik Kota Semarang, 2016). Terlebih pada Juni 2014, Bandara Ahmad Yani melakukan *groundbreaking* dengan tujuan meningkatkan kapasitas penumpang dari 3,2 juta orang per tahun menjadi 6-7 juta penumpang per tahunnya (PT Angkasa Pura 1, 2014).

Program pengembangan yang ditargetkan selesai pada tahun 2016 ini otomatis akan mempengaruhi sebaran kebisingan di sekitar bandara. Untuk itu perlu dilakukan analisis sebaran kebisingan dengan menentukan peta kontur kebisingan dari aktivitas *landing* dan *take-off*, menganalisis luas wilayah di sekitar bandara yang terkena dampak dari kebisingan dan menentukan alternatif pengendalian terhadap kebisingan yang dihasilkan.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Teknik Pengambilan Sampel

Ada dua pengukuran yang dilakukan saat pengukuran langsung yaitu pengukuran tingkat kebisingan saat pesawat *landing* dan *take-off* serta pengukuran *background noise*. Prosedur pengukuran kebisingan sesuai dengan SNI 7231 : 2009.

1. Pengukuran tingkat kebisingan saat aktivitas *landing* dan *take-off*
  - Pengukuran dilakukan setiap kali ada pesawat yang *landing* dan *take-off* sesuai dengan *schedule* penerbangan dalam 1

hari pengukuran, yaitu mulai pukul 06.00 sampai 22.00 WIB.

- Tingkat kebisingan maksimum ( $L_{max}$ ) dan waktu saat pengukuran  $L_{max}$  dicatat.
2. Pengukuran *background noise*
  - Pengukuran *background noise* dilakukan setiap 1 jam sekali dengan pengukuran selama 10 menit dan pembacaan setiap 5 detik. Pengukuran dilakukan saat tidak ada aktivitas *landing*, *take-off* maupun *overflight*.
  - Hasil pengukuran dan waktu saat melakukan pengukuran kemudian dicatat.

Adapun rumus mencari  $L_{eq}$  adalah sebagai berikut :

$$L_{eq} = 10 \log \left( \sum_{i=1}^n f_i \cdot 10^{L_i/10} \right)$$

Dimana :

$f_i$  = fraksi waktu saat pengukuran

$L_i$  = nilai desibel selama satu periode waktu

$n$  = jumlah pengukuran selama satu periode waktu

### 2.2 Teknik Pengolahan dan Analisis Data

#### 1. Teknik Pengolahan Data Hasil Pengukuran

Data hasil pengukuran di lapangan diolah menggunakan metode WECPNL dengan rumus:

$$\begin{aligned} \text{WECPNL} &= \text{dB(A)} + 10 \log N - 27 \\ \text{dB(A)} &= 10 \log \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{L_i/10} \right] \\ N &= N_2 + 3 N_3 + 10 (N_1 + N_4) \end{aligned}$$

dengan :

$\text{dB(A)}$  = Nilai desibel rata-rata dari setiap puncak kesibukan pesawat udara dalam 1 hari.

$n$  = Jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat udara selama periode 24 jam.

$L_i$  = Bacaan  $\text{dB(A)}$  tertinggi dari nomor penerbangan pesawat dalam satu hari pengukuran.

$N$  = Jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat udara yang dihitung berdasarkan pemberian

bobot yang berbeda untuk pagi, petang dan malam.

N1 = Jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat udara dari jam 00.00-07.00.

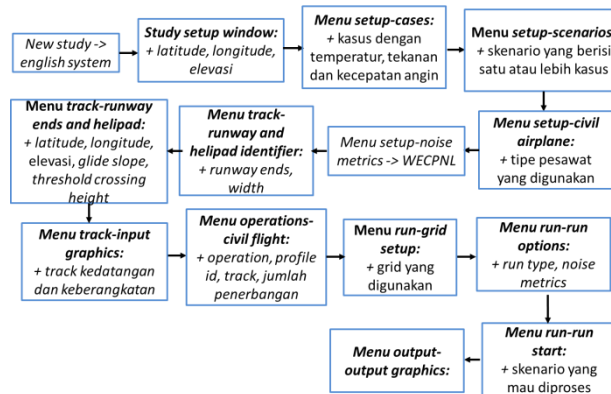
N2 = Jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat udara dari jam 07.00-19.00.

N3 = Jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat udara dari jam 19.00-22.00.

N4 = Jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat udara dari jam 22.00-00.00.

### 1. Teknik Pengolahan Data Menggunakan Software INM

Adapun tahapan pemrograman menggunakan software INM dapat dilihat pada Gambar 1.

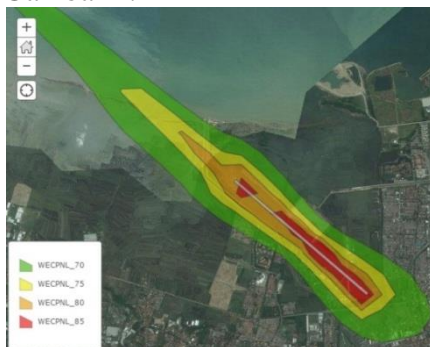


Gambar 1 Proses Pengolahan Data Menggunakan Software INM

## 1. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Simulasi Kontur Kebisingan Base Case

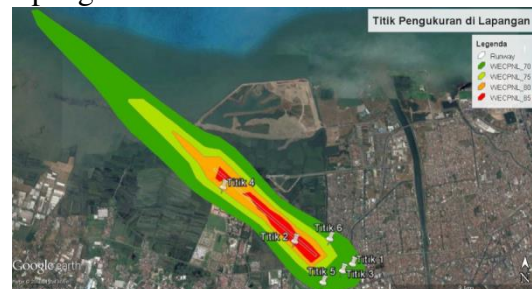
Dalam penelitian ini dilakukan simulasi kontur kebisingan dengan menggunakan data eksisting selama 1 minggu yang diperoleh pada saat penelitian. Selama 1 minggu terdapat 667 penerbangan dengan 333 kedatangan dan 334 keberangkatan. Adapun peta kontur kebisingan *base case* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Peta Kontur Kebisingan Base Case

### 3.2 Validasi Hasil Simulasi Base Case

Untuk memastikan hasil simulasi kontur kebisingan akurat maka dilakukan validasi model dengan cara membandingkan hasil pengukuran di lapangan dengan hasil simulasi. Ditentukan 6 titik pengukuran di sekitar Bandara Ahmad Yani Semarang. Gambar 3 menunjukkan lokasi pengukuran di lapangan.



Gambar 3 Titik Pengukuran di Lapangan

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan selama jam operasional bandara selama 1 hari pada Senin, 1 Agustus 2016, maka diperoleh indeks WECPNL hasil

pengukuran di lapangan. Adapun perbandingan indeks WECPNL yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1 Perbandingan Indeks WECPNL Hasil Pengukuran dengan Hasil Simulasi Base Case**

Titik	Koordinat	Indeks WECPNL		$\Delta$ WECPNL
		Hasil Pengukuran	Hasil Simulasi	
1	6°58'50.00" LS, 110°23'17.00" BT	65,057	70	-4,943
2	6°58'35.47" LS, 110°22'39.72" BT	84,961	80	4,961
3	6°58'54.38" LS, 110°23'10.48" BT	78,989	70	8,989
4	6°58'0.85" LS, 110°21'53.50" BT	76,509	75	1,509
5	6°59'1.70" LS, 110°22'57.89" BT	74,769	70	4,769
6	6°58'33.99" LS, 110°23'2.35" BT	71,655	75	-3,449

Pada saat pengukuran tingkat kebisingan akibat aktivitas *landing* dan *take-off*, dilakukan juga pengukuran *background noise* pada keenam titik. Adapun hasil perhitungan pengukuran *background noise* dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2 Background Noise Hari Pengukuran**

Titik	Rentang $L_{eq}$ (dBA)	Nilai $L_{eq}$ Rata-Rata (dBA)
1	57,319 – 63,723	60,476
2	50,559 – 85,041	63,977
3	65,614 – 74,116	71,914
4	46,016 – 63,236	53,924
5	60,044 – 67,952	63,913
6	46,990 – 56,523	51,915

Berdasarkan Tabel 1, terdapat 5 titik lokasi yang indeks WECPNLnya mendekati hasil simulasi yaitu titik 1, 2, 4, 5 dan 6 karena nilainya masih kurang dari 5 dBA. Pada penelitian Primanda (2012) yang membandingkan hasil pengukuran dan hasil simulasi diperoleh perbedaan indeks WECPNL kedua metode tidak terlalu signifikan atau masih kurang dari 5 dBA. Hal ini dapat masih dapat ditolerir karena adanya nilai sensitivitas kesalahan pada kedua metode yang digunakan. Pada titik 3 terjadi perbedaan indeks WECPNL yang cukup besar yaitu 8,989 dBA. Hal ini disebabkan karena lokasi pengukuran berada dekat dengan Jalan Re. Martadinata dengan lalu lintas kendaraan yang cukup ramai dan mayoritas pengguna jalan adalah truk-truk besar sehingga  $L_{eq}$  rata-rata hasil pengukuran *background noise* mencapai 71,914 dBA. Berdasarkan Tabel 1, 83,33%  $\Delta WECPNL < 5$  dBA sehingga hasil simulasi dapat dikatakan valid karena lebih dari 75%  $\Delta WECPNL < 5$  dBA.

### 3.3 Simulasi Kontur Kebisingan II

Simulasi kontur kebisingan II dilakukan untuk verifikasi hasil pengukuran di lapangan. Pada hari pengukuran, Senin 1 Agustus 2016, tercatat ada 101 pesawat



yang *landing* dan *take-off* dengan 50 kedatangan dan 51 keberangkatan. Adapun peta kontur kebisingan pada hari Senin, 1 Agustus 2016 dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4 Peta Kontur Kebisingan Simulasi II**

Berdasarkan Gambar 4, luas total kawasan kebisingan hasil simulasi II adalah 7,590 km<sup>2</sup>. Kawasan kebisingan berjarak 0,652 km dari *runway* 31, berjarak 0,445 km dari sisi-sisi *runway* dan berjarak 4,489 km dari *runway* 13.

Pada simulasi kebisingan II menunjukkan indeks WECPNL titik pengukuran 1, 2, 3, 4 dan 6 sama dengan simulasi *base case*. Sedangkan titik 5 tidak masuk dalam kawasan kebisingan. Indeks WECPNL pada titik 5 adalah 65 dBA sedangkan pada hasil pengukuran diperoleh 74,769 dBA sehingga perbedaan indeks WECPNL menjadi 9,769 dBA. Perbedaan yang cukup signifikan ini disebabkan oleh lokasi pengukuran yang dekat dengan jalan masuk ke Bandara Ahmad Yani dan bersebelahan dengan Mitsubishi Motor sehingga nilai  $L_{eq}$  rata-rata *background noise* pada 1 hari pengukuran di titik 5 mencapai 63,913 dBA.

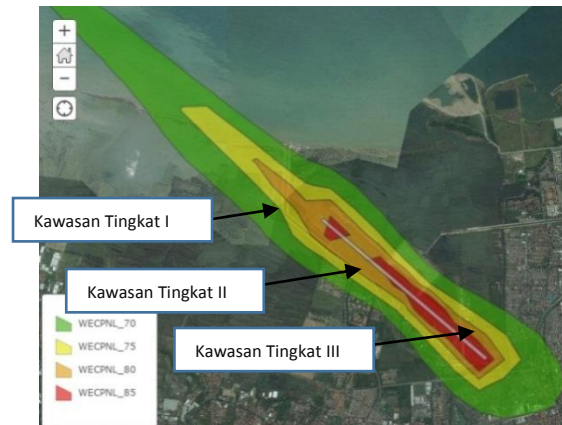
Perubahan kawasan kebisingan pada simulasi II cukup signifikan bila dibandingkan dengan simulasi I. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu :

- Perbedaan suhu dan kecepatan angin pada saat simulasi I dan simulasi II.
- Pada simulasi II, tipe pesawat CRJ1000 dan Embraer 190 diganti menggunakan pesawat tipe boeing 737-800 dan ATR72.

- Rute pesawat dari Surabaya, Denpasar, Lombok, Makassar yang sebelumnya pada saat simulasi I menggunakan rute W45 pada hari pengukuran menggunakan rute W52.

### 3.4 Analisis Kawasan Kebisingan

Analisis kawasan kebisingan dilakukan untuk mengetahui wilayah yang terkena sebaran kebisingan yang diakibatkan oleh aktivitas *landing* dan *take-off* di Bandara Ahmad Yani Semarang. Adapun pembagian kawasan kebisingan berdasarkan peta kontur hasil simulasi I dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5 Kawasan Kebisingan Bandar Udara Ahmad Yani Semarang**

Dari Gambar 5 dapat diketahui wilayah yang masuk ke dalam kawasan kebisingan bandara. Adapun luas total kawasan kebisingan adalah 6,949 km<sup>2</sup>, berjarak 0,987 km dari *runway* 31 ke arah Kota Semarang, 4,852 km dari *runway* 13 ke arah laut, 0,438 km ke arah timur dan barat dari sisi *runway*. Untuk luas masing-masing tingkat kebisingan dan wilayah yang termasuk dalam kawasan kebisingan dapat dilihat pada Tabel 3.

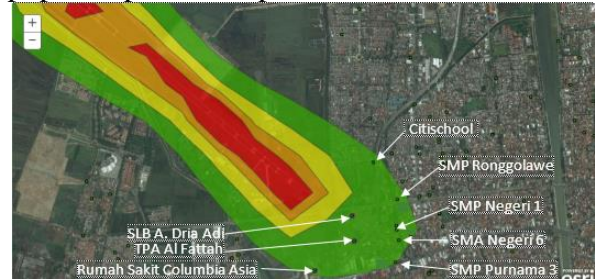
**Tabel 3 Kawasan Kebisingan Bandar Udara Ahmad Yani Semarang**

Kawasan Kebisingan	Luas (km <sup>2</sup> )	Wilayah
Tingkat 1	4,193	Kota Semarang : Kelurahan Tambakharjo, Kelurahan Tawang Sari,

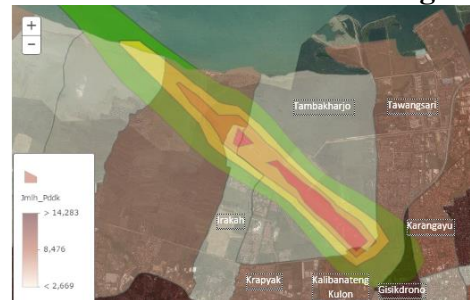
Kawasan Kebisingan	Luas (km <sup>2</sup> )	Wilayah
		Kelurahan Gisikdrono, Kelurahan Karangayu, Kelurahan Kalibanteng Kulon, Kelurahan Krpyak dan Kelurahan Jrahah.
Tingkat 2	1,429	Kota Semarang : Kelurahan Tambakharjo, Bandara Ahmad Yani, Kelurahan Tawang Sari, Kelurahan Kalibanteng Kulon, Kelurahan Krpyak dan Kelurahan Jrahah.
Tingkat 3	1,327	Kota Semarang : Kelurahan Tambakharjo, Bandara Ahmad Yani, Kelurahan Tawang Sari.
<b>Total</b>	<b>6,949</b>	

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 40 Tahun 2012, kawasan kebisingan tingkat I merupakan kawasan yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai jenis kegiatan dan atau bangunan kecuali untuk jenis bangunan rumah sakit dan sekolah. Namun, berdasarkan peta kontur kebisingan terdapat 1 rumah sakit dan 7 sekolah yang masuk dalam kawasan kebisingan tingkat I. Kawasan kebisingan tingkat II merupakan kawasan yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai jenis kegiatan dan atau bangunan kecuali untuk jenis bangunan rumah sakit, sekolah dan rumah tinggal. Namun, terdapat 0,010 km<sup>2</sup> permukiman yang

berada di kawasan kebisingan tingkat II. Adapun lokasi sekolah dan rumah sakit dapat dilihat pada Gambar 6 dan peta populasi penduduk pada Gambar 7.



**Gambar 6 Lokasi Sekolah dan Rumah Sakit dalam Kawasan Kebisingan**



**Gambar 7 Peta Populasi Penduduk di Sekitar Bandara Ahmad Yani**

### 3.4.1 Kawasan Kebisingan Tingkat I

Luas kawasan kebisingan tingkat I adalah 4,193 km<sup>2</sup>. Wilayah yang masuk kategori ini adalah Kelurahan Tambakharjo, Tawang Sari, Gisikdrono, Karangayu, Kalibanteng Kulon, Krpyak dan Jrahah. Hasil identifikasi terhadap rumah sakit dan sekolah yang berada di kawasan kebisingan tingkat I dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4 Daftar Rumah Sakit dan Sekolah di Kawasan Kebisingan Tingkat I**

No	Nama	Alamat
<b>A Rumah Sakit</b>		
1.	Rumah Sakit Columbia Asia	Jl. Siliwangi, Kalibanteng Kulon
<b>B Sekolah</b>		
1.	SLB A. Dria Adi	Jl. Puri Anjasmoro, Blok K-8
2.	Taman Pendidikan Al-Qur'an Al Fattah	Jl. Sugriwo IX No. 79, Tawang Sari

No	Nama	Alamat
3.	Citischool	Tawang Sari
4.	SMP Negeri 1 Semarang	Jl. Ronggolawe Bar, Gisikdrono
5.	SMA Negeri 6 Semarang	Jl. Ronggolawe No. 4, Gisikdrono
6.	SMP Purnama 3	Jl. Sudirman 265, Gisikdrono
7.	SMP Ronggolawe	Jl. Damarwulan II No. 53

Jenis – jenis material insulasi yang sering digunakan adalah *zincalume* yaitu baja lapis yang mengandung logam campuran 55% aluminium dan 43,5% zinc serta 1,5% silikon, *sterofom* dan *glasswool* yaitu material peredam yang terbuat dari *fiber glass* yang sidudun menyerupai bentuk wool. Berdasarkan penelitian Setyowati *et al.*, (2009), dengan penambahan lapisan *sterofom* pada lapisan dinding mampu mereduksi bunyi sebesar 26,92 dB dari level bunyi yang diterima di permukaan luar dinding.

Berdasarkan Tabel 4, terdapat 1 rumah sakit dan 7 sekolah yang berada di kawasan kebisingan tingkat I. Rumah sakit telah dilengkapi dengan insulasi kebisingan sehingga dampak kebisingan terhadap karyawan dan pasien dapat diminimalisir. Sementara sekolah-sekolah yang berada di kawasan kebisingan tingkat I belum dilengkapi dengan insulasi kebisingan sehingga dapat mempengaruhi kesehatan guru dan murid yang berada di lokasi sekolah. Selain itu, kegiatan belajar mengajar pun menjadi terganggu oleh kebisingan yang dihasilkan oleh aktivitas pesawat.

### 3.4.2 Kawasan Kebisingan Tingkat II

Luas kawasan kebisingan tingkat II adalah 1,429 km<sup>2</sup>. Adapun wilayah yang masuk kategori ini adalah Kelurahan Tambakharjo, Tawang Sari, Kalibanteng Kulon, Krapyak dan Jarakah. Tidak ada sekolah dan rumah sakit yang masuk dalam kawasan kebisingan tingkat II ini namun

ada sejumlah permukiman di Kelurahan Tawang Sari dan Jarakah yang masuk dalam kawasan ini. Adapun luas permukiman yang termasuk kawasan kebisingan tingkat II dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5 Luas Permukiman yang Termasuk Kawasan Kebisingan Tingkat II**

No	Kelurahan	Luas Permukiman (Km <sup>2</sup> )
1	Tawang Sari	0,005
2	Jarakah	0,005
<b>Total</b>		<b>0,010</b>

Permukiman di daerah sekitar bandara, termasuk Kelurahan Tawang Sari dan Jarakah, merupakan permukiman yang padat penduduk. Perumahan di daerah ini belum dilengkapi dengan insulasi suara sehingga masyarakat yang tinggal di daerah ini tidak terlindungi dari paparan kebisingan.

### 3.4.3 Kawasan Kebisingan Tingkat III

Luas kawasan kebisingan tingkat III adalah 1,327 km<sup>2</sup>. Tidak ada sekolah, rumah sakit maupun permukiman yang masuk kawasan kebisingan tingkat III. Adapun sebaran kebisingan berada dalam kawasan Bandara Ahmad Yani Semarang.

### 3.5 Analisis Pengendalian Kebisingan

Disimulasikan tiga skenario pengendalian kebisingan berdasarkan studi literatur *International Civil Aviation Organization (ICAO)*, 2008 yaitu :

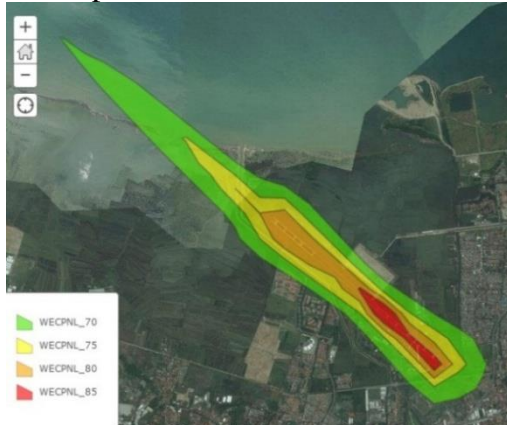
1. Skenario 1 : pengendalian kebisingan dengan *reschedule* jadwal penerbangan.
2. Skenario 2 : pengendalian kebisingan dengan pengaturan arah *landing* dan *take-off*.
3. Skenario 3 : pengendalian kebisingan dengan *reschedule* jadwal penerbangan dan pengaturan arah *landing* dan *take-off*.

Analisis pengendalian kebisingan yang dilakukan mengacu pada peta kontur hasil simulasi I.



### 3.5.1 Pengendalian Kebisingan dengan Reschedule Jadwal Penerbangan

Pengendalian kebisingan dengan *reschedule* jadwal penerbangan dilakukan dengan mengatur dan memindahkan waktu penerbangan sore (*evening*) dan malam (*night*) ke waktu siang (*day*). Adapun peta kontur kebisingan yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 8.



**Gambar 8** Peta Kontur Skenario Pengendalian 1

Berdasarkan Gambar 8, maka dapat diketahui luas total kawasan kebisingan adalah 3,914 km<sup>2</sup>. Kawasan kebisingan berjarak 0,511 km dari *runway* 31 ke arah Kota Semarang, 3,477 km dari *runway* 13 ke arah laut, 0,329 km ke arah timur dan barat dari sisi *runway*. Adapun pengurangan luas kawasan kebisingan jika dibandingkan dengan luas kawasan hasil simulasi I dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6** Pengurangan Luas Kawasan Kebisingan pada Skenario 1

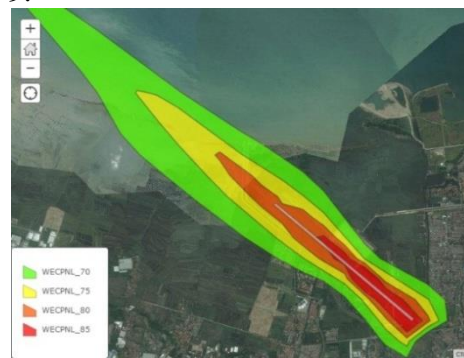
Kawasan Kebisingan	Indeks WECPNL	Luas Wilayah (km <sup>2</sup> )		Pengurangan Luas Wilayah (%)
		Simulasi 1	Reschedule Jadwal	
Tingkat I	70 ≤ WECPNL < 75	4,193	2,186	47,865
Tingkat II	75 ≤ WECPNL	1,429	0,937	34,430

Kawasan Kebisingan	Indeks WECPNL	Luas Wilayah (km <sup>2</sup> )		Pengurangan Luas Wilayah (%)
		Simulasi 1	Reschedule Jadwal	
	<80			
Tingkat III	WECPNL ≥ 80	1,327	0,791	40,392
<b>Total</b>		<b>6,949</b>	<b>3,914</b>	<b>43,675</b>

Berdasarkan Tabel 6, pengurangan luas wilayah total dengan menggunakan skenario ini adalah 43,675%. Namun masih terdapat 1 sekolah yaitu SLB A. Dria Adi yang termasuk ke dalam kawasan kebisingan tingkat 1.

### 3.5.2 Pengendalian Kebisingan dengan Pengaturan Arah Landing dan Take-Off

Pengendalian kebisingan dengan pengaturan arah *landing* dan *take-off* yang dimaksud adalah dengan mengatur *runway* yang 13 untuk proses *landing* dan *runway* 31 untuk proses *take off*. Hal ini disebabkan karena arah utara *runway* adalah laut sehingga dengan memakai skenario ini dampak kebisingan ke arah permukiman dapat diminimalisir karena sebagian besar luas kawasan kebisingan berada di atas laut. Adapun peta kontur kebisingan skenario pengendalian 2 dapat dilihat pada Gambar 9.



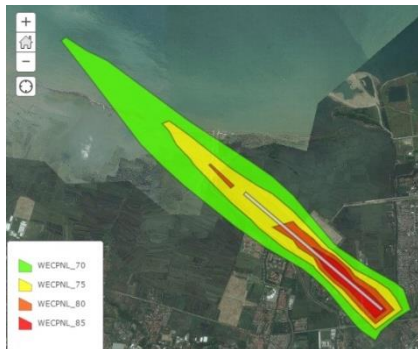
**Gambar 9** Peta Skenario Pengendalian 2

Berdasarkan Gambar 9, diketahui luas total kawasan kebisingan adalah 7,308 km<sup>2</sup>. Kawasan kebisingan berjarak 0,278 km dari *runway* 31 ke arah Kota Semarang, 5,042 km dari *runway* 13 ke arah laut, 0,571 km ke arah timur dan barat dari sisi *runway*. Walaupun luas total kawasan kebisingan lebih besar dari hasil simulasi 1 namun 66% wilayah kebisingannya berada di kawasan tambak dan laut sehingga dampak kebisingan terhadap permukiman mengalami penurunan.

Tidak ada sekolah atau rumah sakit yang masuk dalam kawasan kebisingan pada skenario pengendalian ini. Namun terdapat 0,010 km<sup>2</sup> permukiman di daerah Graha Padma, Kelurahan Jarakah yang masuk kawasan kebisingan tingkat II.

### 3.5.3 Pengendalian Kebisingan dengan *Resschedule* Jadwal Penerbangan dan Pengaturan Arah *Landing* dan *Take-Off*

Pengendalian ini merupakan gabungan dari skenario 1 dan 2. Adapun peta kontur kebisingan skenario pengendalian 3 dapat dilihat pada Gambar 10.



**Gambar 10** Peta Skenario Pengendalian 3

Berdasarkan Gambar 10, diketahui luas total kawasan kebisingan adalah 4,336 km<sup>2</sup>. Kawasan kebisingan berjarak 0,236 km dari *runway* 31 ke arah Kota Semarang, 3,512 km dari *runway* 13 ke arah laut, 0,365 km ke arah timur dan barat dari sisi *runway*. Tidak ada sekolah atau rumah sakit yang masuk dalam kawasan kebisingan ini. Untuk mengetahui pengurangan luas

kawasan kebisingan dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8** Pengurangan Luas Kawasan Kebisingan pada Skenario 3

Kawasan Kebisingan	Indeks WEC PNL	Luas Wilayah (km <sup>2</sup> )		Pengurangan Luas Wilayah (%)
		Simulasi 1	Skenario Pengendalian 3	
Tingkat I	70 ≤ WEC PNL < 75	4,193	2,558	38,993
Tingkat II	75 ≤ WEC PNL < 80	1,429	1,195	16,375
Tingkat III	WEC PNL ≥ 80	1,327	0,583	56,066
<b>Total</b>		<b>6,949</b>	<b>4,336</b>	<b>37,602</b>

Tabel 8 menunjukkan bahwa pengurangan luas wilayah total dengan menggunakan skenario ini adalah 37,602%. Tidak ada rumah sakit maupun sekolah yang termasuk ke dalam kawasan kebisingan tingkat I. Selain itu juga tidak ada permukiman yang masuk dalam kawasan kebisingan tingkat II. Setelah mensimulasikan ketiga skenario pengendalian yang dapat dilakukan oleh bandar udara, maka dapat diketahui pengurangan dampak sebaran kebisingan. Adapun hasilnya dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9** Perbandingan Pengurangan Dampak Sebaran Kebisingan Bandar Udara

Aspek	Luas Wilayah		
	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Kawasan kebisingan	3,914 km <sup>2</sup>	7,308 km <sup>2</sup>	4,336 km <sup>2</sup>
Permukiman	Kawasan	0	0,010 km <sup>2</sup>
	tingka	0	0

Aspek		Luas Wilayah		
		Skena rio 1	Skena rio 2	Skena rio 3
	t II			
	Kawa san tingka t III	0	0	0
Jumlah sekolah dan rumah sakit di kawasan kebisingan		1	0	0

Berdasarkan Tabel 9 maka diketahui bahwa skenario pengendalian 3 merupakan skenario pengendalian yang paling efektif mengurangi dampak kebisingan terhadap permukiman, rumah sakit dan sekolah yang berada di sekitar Bandara Ahmad Yani saat ini. Pengurangan luas wilayah kawasan kebisingan adalah 37,602% dari luas wilayah kawasan kebisingan hasil simulasi *base case* dan tidak ada permukiman, rumah sakit dan sekolah yang masuk dalam kawasan kebisingan.

Ditinjau dari segi operasional, pengendalian dengan *reschedule* jadwal penerbangan dengan memindahkan penerbangan ke waktu siang (*day*) dan pengaturan arah *landing* dan *take-off* dapat dilaksanakan. Di Bandara Ahmad Yani, rata-rata jumlah penerbangan siang (*day*) adalah 72 penerbangan, sore (*evening*) adalah 15 penerbangan dan malam (*night*) adalah 8 penerbangan. Penerbangan sore dan malam hari dapat dipindah ke siang hari melihat masih terdapat jam longgar di waktu siang yang dapat diisi penerbangan sore dan malam hari. Namun skenario ini harus mempertimbangkan kapasitas dari *apron*. Saat ini *apron* Bandara Ahmad Yani memiliki 8 *parking stand*, 6 parkir untuk menampung pesawat besar dan 2 parkir untuk pesawat kecil. Pengaturan yang lebih efektif terhadap pemakaian *apron* perlu dilakukan untuk pelaksanaan skenario ini. Sedangkan untuk pengaturan arah

*landing* dan *take-off* dapat dilakukan ketika kondisi cuaca seperti kecepatan angin dan arah angin mengizinkan.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian hasil dan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil simulasi kontur kebisingan *base case* menunjukkan luas total kawasan kebisingan Bandara Ahmad Yani Semarang adalah 6,949 km<sup>2</sup>. Adapun luas kawasan kebisingan tingkat 1, 2 dan 3 adalah 4,193 km<sup>2</sup>, 1,429 km<sup>2</sup> dan 1,327 km<sup>2</sup>. Kawasan ini berjarak 0,98 km dari *runway* 31 ke arah Kota Semarang, 4,85 km dari *runway* 13 ke arah laut, 0,42 km ke arah timur dari sisi *runway* dan 0,4 km ke arah barat dari sisi *runway*.
2. Terdapat 1 rumah sakit dan 7 sekolah yang termasuk dalam kawasan kebisingan tingkat I. Selain itu, 0,01 km<sup>2</sup> wilayah permukiman yang berada di Kelurahan Tawangsari dan Jraakah berada di kawasan kebisingan tingkat II.
3. Untuk pengendalian kebisingan disimulasikan 3 skenario pengendalian yaitu *reschedule* jadwal penerbangan, pengaturan arah *landing* dan *take-off* dan gabungan skenario 1 dan 2. Hasil simulasi pengendalian menunjukkan adanya pengurangan wilayah kawasan kebisingan pada skenario 1 sebesar 43,675% dan skenario 3 sebesar 37,602%. Namun pada skenario 1 masih terdapat 1 sekolah yang berada pada kawasan kebisingan tingkat 1. Sedangkan pada skenario 2 tidak ada pengurangan luas kawasan kebisingan dan 0,01 km<sup>2</sup> permukiman berada pada kawasan kebisingan tingkat II. Oleh karena itu, skenario 3 merupakan skenario pengendalian yang paling efisien karena tidak ada permukiman, rumah sakit dan sekolah yang masuk dalam kawasan kebisingan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dilakukan dalam rangka penyelesaian jenjang pendidikan Strata 1 (S1). Penulis berterima kasih kepada kedua dosen pembimbing yaitu Ibu Pertiwi Andarani dan Ibu Titik Istirokhatun, seluruh dosen dan karyawan serta teman – teman Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro untuk doa, dukungan dan bimbingan yang telah diberikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- ATAC. 2014. *Nothern California Optimization of Airspace and Procedures in the Metroplex*. Aircraft Noise Technical Report Revised.
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang, 2016, *Kota Semarang dalam Angka 2016*. <https://semarangkota.bps.go.id/webs/ite/pdf/publikasi/Kota%20Semarang%20dlm%20Angka%202016-wm.pdf>, akses 26 September 2016.
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. *Metoda Pengukuran Intensitas Kebisingan di Tempat Kerja*. SNI 7321 : 2009. Jakarta.
- Bies, D. A., Colin H. Hansen. 2009. *Engineering Noise Control*. Spon Press : New York.
- Hartono. 2014. *Studi Tentang Gastrointestinal Disorders Pada Wanita yang Mengalami Stres Bising Pesawat Udara di Sekitar Bandara Adi Soemarmo Boyolali*. Wacana Jurnal Psikologi Vol. 6 No. 11. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- International Civil Aviation Organization. 2008. *Guidance on the Balanced Approach to Aircraft Noise Management*. Document 9829 AN/451.
- Primanda, F.B. 2012. *Pemetaan Kebisingan Akibat Aktivitas Pesawat Dengan Software Integrated Noise di Sekitar Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta* (Skripsi). PS Teknik Lingkungan UI. Depok.
- PT Angkasa Pura 1, 2014, Bandara di Atas Air Pertama di Indonesia Resmi Mulai Dibangun. <http://www.angkasapura1.co.id/detail/berita/bandara-di-atas-air-pertama-di-indonesia-resmi-mulai-dibangun>, akses tanggal 3 April 2016.
- Sasongko, D. P., Agus Hadiyanto, Sudharto P. Hadi, Nasio Asmorohadi, Agus Subagyo. 2000. *Kebisingan Lingkungan*. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Setyowati, Erni, Sugiono Soetomo, Wahyu Setiabudi, Eddy Prianto. 2009. *Konstruksi Model Sederhana dengan Nilai Sound Transmission Loss (STL) yang Optimal pada Kawasan Rawan Kebisingan*. Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Undip. Semarang.