

**ANALISIS RESIKO CEMARAN DEBU (TSP) AKIBAT ASAP PABRIK  
TERHADAP PEKERJA DAN MASYARAKAT SEKITAR  
(Studi Kasus : PT. Inti General Yaja Steel, Semarang)**

Endro Sutrisno<sup>\*)</sup>, Irawan Wisnu .W.<sup>\*)</sup>

**ABSTRACT**

The stack of the factory production process can produce dust pollutants (TSP) that dangerous and carcinogenic. PT. Inti General Yaja Steel Semarang is a kind of steel smelting industry that took out the impurities in dust that spread to the residential area around so that residents can affect the health of inhalation in humans. *This research was aimed at analysing the risk from related pollutant for people who live or work in the vicinity of industries. This research consists of four steps i.e hazard identifications, exposure assessment, toxicity assessment, and risk characterization. Four locations had been selected for field sampling. Hazard identifications to dust (TSP) concentration was mirrored to ambient air standard that maximal concentration for the TSP is 230  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . On exposure assessment the TSP concentration in PT.IGYS, Ngepos II street, Sugriwo II street and Krapyak complex exceed ambient air standard (SK. Gub. Jateng No. 08/2001). Toxicity assessment revealed that TSP intake in all place was safe since the calculated intake were still under maximal intake 0,0452 mg/kg.day. Based on risk characterization result, it can be concluded that level of risk in all places was less than unity (<1) so it implies that in those area was safe for daily activities in specified time with respect to dust (TSP). However the relative high risk was pointed out to the Krapyak complex and the lowest risk was in Ngepos II street.*

*Key words: air pollution, risk analysis, dust (TSP)*

**PENDAHULUAN**

Partikel debu atau *Total Suspended Particulate* (TSP) merupakan salah satu komponen yang menurunkan kualitas udara ambien. Akibat terpapar oleh partikel debu maka kesehatan masyarakat akan mengalami gangguan dan secara lambat laun dapat pula menimbulkan gangguan fungsi paru. Gangguan fungsi paru ini sudah terjadi sebelum timbulnya penyakit saluran nafas yang nyata, seperti yang ditemui pada penyakit- penyakit paru pada umumnya.

PT. Inti General Yaja Steel Semarang merupakan pabrik peleburan besi baja yang mengolah bahan baku (*steel scrap*/besi tua) menjadi besi beton dan besi siku. Dalam proses produksi yang melewati tahap Dapur Peleburan, *Reheating Furnace* dan *Rolling Mill* ini merupakan salah satu sumber pencemaran udara yang terletak di cerobong asap dari proses tersebut. Debu yang beterbangan ke lokasi pemukiman

masyarakat pun cukup tinggi karena adanya proses produksi yang menggunakan bahan bakar batu bara dan juga MFO (*Marine Fuel Oil*) dimana dapat menghasilkan konsentrasi partikel debu yang cukup membahayakan kesehatan manusia. Disamping debu dari pabrik, juga diperparah dari debu yang diakibatkan oleh mobilisasi kendaraan yang melintasi jalan raya Walisongo, Jerakah, Tugu yang sekaligus berdekatan dengan lokasi pabrik tersebut.

**METODOLOGI**

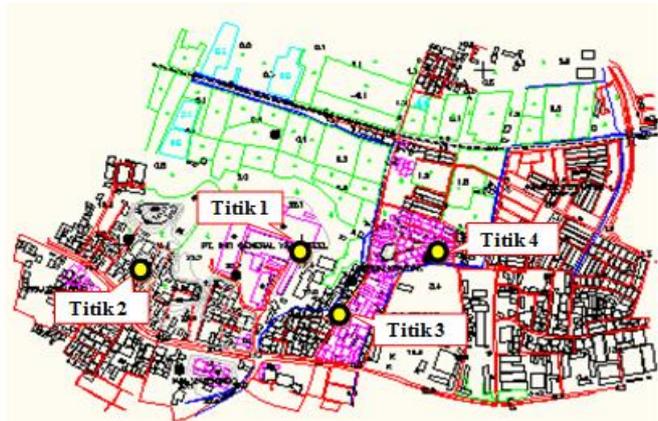
Metode penelitian untuk analisis resiko cemaran debu (TSP) akibat asap pabrik pada pekerja dan masyarakat sekitar PT. Inti General Yaja Steel dilakukan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Survey lokasi sampling dan pengajuan izin kepada pihak yang terkait untuk melakukan proses sampling pada kawasan studi (dalam pabrik dan masyarakat sekitar).

---

<sup>\*)</sup> Program Studi teknik Lingkungan FT Undip  
Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang Semarang

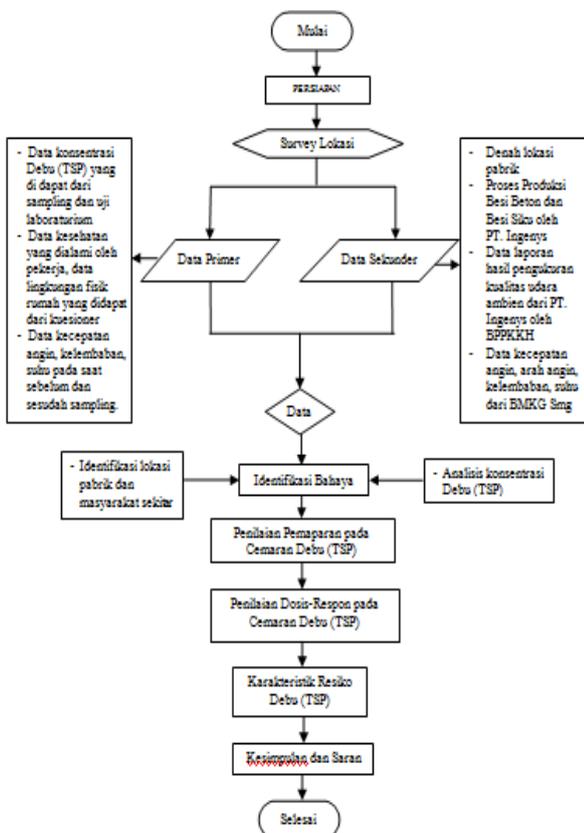
2. Pengumpulan data–data sekunder mengenai aktivitas PT. Inti General Yaja Steel yang akan diamati.
3. Identifikasi profil sumber yang berpotensi menghasilkan cemaran debu berdasarkan data sekunder dan literatur.
4. Pemantauan konsentrasi, kelembaban, kecepatan angin, suhu dan pengambilan *sample* Debu pada kawasan studi.
5. Analisis laboratorium untuk berat Partikel Debu.
6. Pengolahan data & analisis berdasarkan data yang telah diperoleh.



**Gambar 2** Peta Titik Lokasi Penelitian

Sumber: Analisis, 2012

- a. Titik 1 :responden terpapar (pekerja) yang terletak di sebelah timur *Rolling Mill 1* PT. IGYS
- b. Titik 2 :responden terpapar (masyarakat) yang terletak di Jl. Ngepos II RT.I/RW.01 Jerakah (radius  $\pm$  300m dari bagian barat pabrik)
- c. Titik 3 :responden terpapar (masyarakat) yang terletak di Jl. Sugriwo II RT.VIII/RW.03 (radius  $\pm$  300m dari bagian timur pabrik)
- d. Titik 4 :responden terpapar (masyarakat) yang terletak di Jl.Subali RT.VI/RW.06, Perum. Krapyak (radius  $\pm$  500m dari bagian timur pabrik)



**Gambar 1** Diagram Alir Metodologi Penelitian

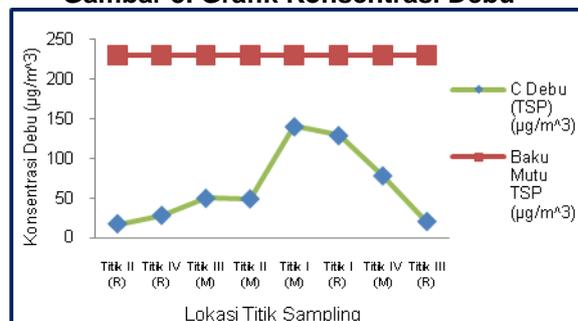
Pengambilan sampel udara dilakukan di dalam area industri PT. Inti General Yaja Steel sebanyak 1 titik dan area sekitar PT. Inti General Yaja Steel sebanyak 3 titik. Penentuan dan pengambilan titik sampling ini mengacu pada SNI-19-7119.6-2005. Lokasi pengambilan titik sampling pengukuran terletak di beberapa titik yaitu sebagai berikut:

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### Tahap Identifikasi Bahaya

Tahap pertama dalam analisa resiko adalah identifikasi lokasi dan identifikasi sumber-sumber bahaya yang ada dalam lokasi studi. Sumber bahaya yang akan diidentifikasi adalah konsentrasi debu (TSP). Identifikasi TSP dengan mengukur konsentrasinya di udara, di 4 titik lokasi. Hasil pengukuran konsentrai debu dapat dilihat hasilnya pada grafik berikut ini:

**Gambar 3.** Grafik Konsentrasi Debu



Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

<sup>\*)</sup> Program Studi teknik Lingkungan FT Undip  
Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang Semarang

Pada kedelapan sampel debu yang diambil masih memenuhi standar baku mutu udara ambien (S.K Gubernur Jateng No.08/2001) yaitu  $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Konsentrasi debu yang paling tinggi yaitu  $140,166 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , yang terukur di dalam pabrik. Hal ini karena beroperasinya Dapur Peleburan beserta *Reheating Furnace* dan *Rolling Mill* 3, sehingga terdapat asap keluaran pabrik yang cukup tinggi (kondisi produksi maksimum).

#### Tahap Penilaian Paparan

Tahap kedua dalam analisa resiko adalah memperkirakan paparan kontaminan pada media pencemar dan potensi resiko mencemari populasi. Dalam tahap ini diawali dengan mengidentifikasi sumber pencemar dan distribusi cemaran dalam lokasi. Proses paparan polutan debu (TSP) yang ada di udara ke manusia yang ada di dalam pabrik maupun masyarakat sekitar dapat diurutkan sebagai berikut :

sumber polutan yang dihasilkan oleh asap cerobong PT. IGYS yang bercampur dengan udara ambien. Setelah itu bisa masuk ke dalam tubuh manusia yang kerja dalam pabrik maupun yang tinggal di di sekitar pabrik tersebut lewat saluran pernapasan, akhirnya bisa mengganggu kesehatan manusia tersebut.

#### Tahap Memperkirakan Dosis Intake

Untuk mengetahui besarnya resiko yang diterima maka dihitung dahulu besarnya *intake* debu yang terpapar ke tubuh manusia. Pada penghitungan dihitung besarnya *intake* debu di empat lokasi pemantauan yang terpapar responden pekerja dan masyarakat sekitar. Dari hasil perhitungan *intake* debu, dapat dilihat hasilnya pada tabel berikut ini:

**Tabel 1. Grafik Nilai Intake Debu Responden Pekerja (Titik I)**

No.	Nama / profesi	Intake (mg/kg.hari)	Intake Maks. (mg/kg.hari)
1	Produksi	0,0131	0,0452
2	RM123	0,0060	0,0452
3	RM3	0,0150	0,0452
4	Produksi	0,0191	0,0452
5	RM	0,0068	0,0452
6	RM 2A	0,0188	0,0452
7	RM	0,0191	0,0452
8	AF	0,0175	0,0452
9	AF	0,0170	0,0452
10	Ledle	0,0162	0,0452

11	Peleburan	0,0159	0,0452
12	Mekanik	0,0175	0,0452
13	MTC	0,0164	0,0452
14	Teknik	0,0140	0,0452
15	Produksi	0,0175	0,0452
16	Produksi	0,0210	0,0452
17	Kusdi	0,0195	0,0452
18	Mujiono	0,0184	0,0452
19	Marno	0,0191	0,0452
20	Sardiyo	0,0215	0,0452

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

**Tabel 4. Nilai Intake Responden Masyarakat (Titik II, III, IV)**

No.	Lokasi	Nama	Intake	Intake Maks.
			(mg/kg.hari)	(mg/kg.hari)
1	Ngepos	Achmad	0,0270	0,0452
2	(Titik II)	Yulianto	0,0104	0,0452
3		Rudjio	0,0034	0,0452
4		Imam	0,0204	0,0452
5		Susilo	0,0231	0,0452
6		Haryanto	0,026	0,0452
7		Murtono	0,0204	0,0452
8		Yanto	0,026	0,0452
9		Suparman	0,0238	0,0452
10		M arif	0,0260	0,0452
1	Sugriwo	Sukiman	0,0074	0,0452
2	(Titik III)	Suwarto	0,0067	0,0452
3		Edy t	0,0060	0,0452
4		Miswadi	0,0074	0,0452
5		Zakhi	0,0103	0,0452
6		Kaspan	0,0066	0,0452
7		M subakir	0,0095	0,0452
8		Tino	0,0073	0,0452
9		Slamet R	0,0065	0,0452
10		Agus	0,0107	0,0452
1	Krappyak	imam s	0,0190	0,0452
2	(Titik IV)	gatot w	0,0145	0,0452
3		dwi p	0,0084	0,0452
4		L himawan	0,0173	0,0452
5		Andis	0,0082	0,0452
6		Mansyur	0,0162	0,0452
7		Soedarsono	0,0122	0,0452
8		agus ibnu	0,0085	0,0452
9		<b>Soedjipto</b>	<b>0,0308</b>	0,0452
10		E.handiyanto	0,0085	0,0452

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

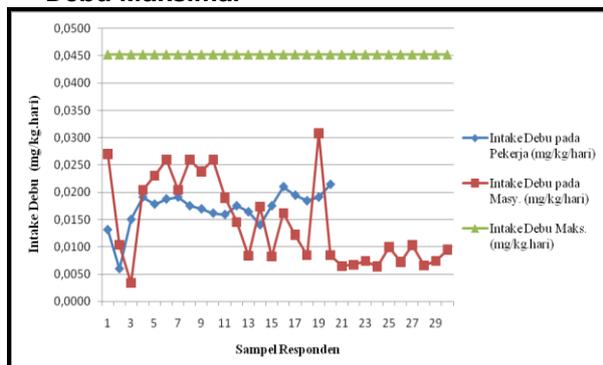
#### Tahap Penilaian Dosis-Respon

Penilaian dosis respon adalah tahapan ketiga dalam analisis resiko. Pada tahap ini dijelaskan tingkat toksisitas dari debu (TSP)

<sup>\*)</sup> Program Studi teknik Lingkungan FT Undip  
Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang Semarang

sebagai polutan pencemar dengan konsentrasi debu maksimum 0,23 mg/m<sup>3</sup>, maka *intake* debu maksimum yang diperbolehkan dengan waktu paparan maksimum 24 jam per hari adalah 0,0452 mg/kg.hari. Dari hasil perhitungan nilai *intake* debu tersebut diatas ternyata semua *intake* di setiap lokasi masih sesuai dengan nilai *intake* maksimum yang diperbolehkan. *Intake* terbesar yaitu responden masyarakat sekitar yang berada di Perum. Krapyak, yaitu 0,0308 mg/kg.hari.

**Gambar 4. Grafik Perbandingan *Intake* Debu Pada Responden terhadap *Intake* Debu Maksimal**



Sumber: Hasil Analisis, 2012

**Tahap Perkiraan Resiko**

Debu (TSP) bersifat karsinogen, sehingga resiko karsinogen untuk untuk TSP didefinisikan sebagai banyaknya *intake* harian kronik dikalikan dengan faktor *slope* karsinogenik (1,1 kg.hari/mg). Nilai resiko bisa diterima dan tidak berbahaya jika kurang dari satu. Dari perhitungan resiko didapat hasil yaitu:

Tabel 5. Resiko Pencemaran Debu di Titik I

Nama / profesi	<i>Intake</i> (mg/kg.hari)	SF (kg.hari/mg)	Nilai Resiko
Produksi	0,0131	1,1	0,0145
RM123	0,006	1,1	0,0066
RM3	0,015	1,1	0,0165
Produksi	0,0191	1,1	0,021
RM	0,0068	1,1	0,0075
RM 2A	0,0188	1,1	0,0206
RM	0,0191	1,1	0,021
AF	0,0175	1,1	0,0193
AF	0,017	1,1	0,0187
ledle	0,0162	1,1	0,0178
Peleburan	0,0159	1,1	0,0175
Mekanik	0,0175	1,1	0,0193
MTC	0,0164	1,1	0,0181
Teknik	0,014	1,1	0,0154
Produksi	0,0175	1,1	0,0193
Produksi	0,021	1,1	0,0231
Kusdi	0,0195	1,1	0,0214

Mujiono	0,0184	1,1	0,0203
Marno	0,0191	1,1	0,021
Sardiyo	0,0215	1,1	0,0236

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Dari perhitungan pada tabel diatas, ternyata resiko pencemaran debu yang paling besar pada lokasi titik I dengan nilai resiko 0,0236. Hal ini bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain karena dari orang itu sendiri ataupun dari lingkungan di sekitarnya, sehingga orang tersebutlah yang paling beresiko terpapar oleh debu akibat asap pabrik.

Tabel 6. Resiko Pencemaran Debu diTitik II

Nama	<i>Intake</i> (mg/kg.hari)	SF (kg.hari/mg)	Nilai Resiko
Achmad	0,027	1,1	0,0297
Yulianto	0,0104	1,1	0,0114
Rudjio	0,0034	1,1	0,0037
Imam	0,0204	1,1	0,0225
Susilo	0,0231	1,1	0,0254
Haryanto	0,026	1,1	0,0286
Murtono	0,0204	1,1	0,0225
Yanto	0,026	1,1	0,0286
Suparman	0,0238	1,1	0,0262
M arif	0,026	1,1	0,0286

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Dari perhitungan pada tabel diatas, resiko pencemaran debu yang paling besar pada lokasi titik II dengan nilai resiko 0,0297. Hal ini bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain karena dari orang itu sendiri ataupun dari lingkungan di sekitarnya, sehingga orang tersebutlah yang paling beresiko terpapar oleh debu akibat asap pabrik.

Tabel 7. Resiko Cemarann Debu di Titik III

Nama	<i>Intake</i> (mg/kg.hari)	SF (kg.hari/mg)	Nilai Resiko
Sukiman	0,0074	1,1	0,008158
Suwarto	0,0067	1,1	0,007417
Edy T	0,006	1,1	0,006579
Miswadi	0,0074	1,1	0,008158
Zakhi	0,0103	1,1	0,011331
Kaspan	0,0066	1,1	0,007284
M Subakir	0,0095	1,1	0,010459
Tino	0,0073	1,1	0,007998
Slamet R	0,0065	1,1	0,007156
Agus	0,0107	1,1	0,011722

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Dari perhitungan pada tabel diatas, ternyata resiko pencemaran debu yang paling besar pada lokasi titik III dengan nilai resiko 0,0117. Hal ini bisa dipengaruhi oleh

<sup>\*)</sup> Program Studi teknik Lingkungan FT Undip  
Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang Semarang

beberapa faktor, antara lain karena dari orang itu sendiri ataupun dari lingkungan di sekitarnya, sehingga orang tersebutlah yang paling beresiko terpapar oleh debu akibat asap pabrik.

Tabel 7. Resiko Cemar Debu di Titik IV

Nama	Intake (mg/kg.hari)	SF (kg.hari/mg)	Nilai Resiko
Imam S	0,0190	1,1	0,0209
Gatot W	0,0145	1,1	0,0160
Dwi P	0,0084	1,1	0,0092
L.Himawan	0,0173	1,1	0,0191
Andis	0,0082	1,1	0,0091
Mansyur	0,0162	1,1	0,0178
Soedarsono	0,0122	1,1	0,0134
Agus Ibnu	0,0085	1,1	0,0093
Soedjipto	0,0308	1,1	0,0338
Handiyanto	0,0085	1,1	0,0093

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Dari perhitungan pada tabel diatas, ternyata resiko pencemaran debu pada lokasi titik IV yang paling besar diantara keempat lokasi sampling dengan nilai resiko 0,00338. Hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain karena dari orang itu sendiri ataupun dari lingkungan di sekitarnya, sehingga orang tersebutlah yang paling beresiko terpapar oleh debu akibat asap pabrik meskipun nilai resikonya masih bisa diterima, yaitu nilainya masih dibawah satu.

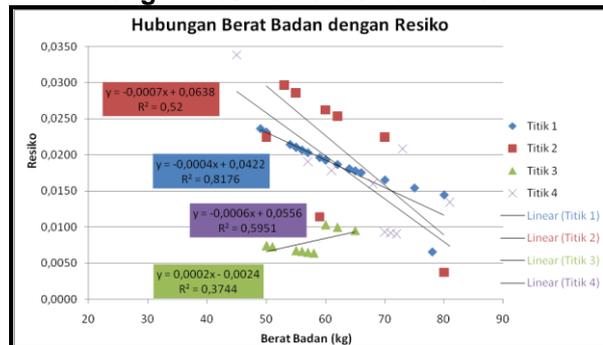
Dari nilai perkiraan resiko tertinggi yang didapat, dilakukan perkiraan resiko maksimal dengan menggunakan data sekunder pengukuran debu tiga tahun terakhir pada PT. IGYS oleh BPPKHH.

Berdasarkan perhitungan, setelah pemaparan selama 56 tahun masa tinggal responden tersebut diperkirakan nilai resiko sebesar 1,00264. Dampak yang ditimbulkan yaitu kemungkinan beresiko penyakit gangguan saluran pernafasan.

### Hubungan Berat Badan terhadap Resiko

Dari hasil analisis kuesioner didapatkan berat badan responden dan dari hasil analisis resiko didapatkan perkiraan resiko pencemaran debu pada masing-masing titik, dinyatakan bahwa berat badan tertinggi adalah pada titik II (Jl.Ngepos) yaitu sebesar 80kg dengan nilai perkiraan resiko sebesar 0,0037 sedangkan untuk responden dengan berat badan terendah sebesar 45kg dengan perkiraan resiko sebesar 0,0338 pada titik IV (Perum. Krapyak).

Gambar 4. Grafik Hubungan Berat Badan dengan Resiko Pencemaran Debu

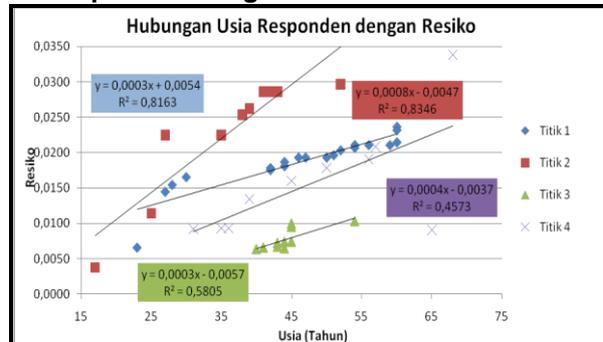


Sumber: Hasil Analisis, 2012

### Hubungan Usia (tahun) terhadap Resiko

Dari hasil analisis kuesioner didapatkan usia responden dan dari hasil analisis resiko didapatkan perkiraan resiko pencemaran debu pada masing-masing titik, dinyatakan bahwa usia tertinggi adalah pada titik IV (Perum. Krapyak) yaitu sebesar 65 tahun dengan nilai perkiraan resiko sebesar 0,0091 sedangkan untuk responden dengan usia terendah sebesar 17 tahun dengan perkiraan resiko sebesar 0,0037 pada titik II (Jl.Ngepos).

Gambar 5. Grafik Hubungan Usia responden dengan resiko cemaran debu



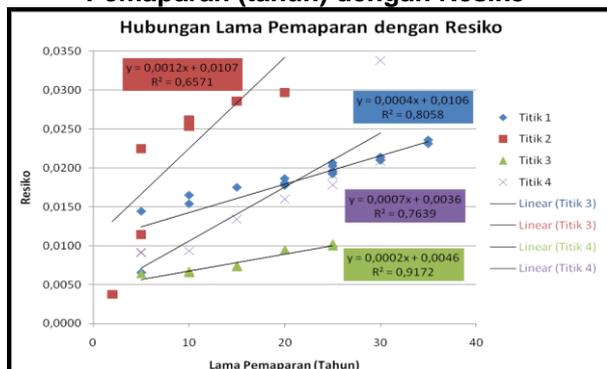
Sumber: Hasil Analisis, 2012

### Hubungan Lama Pemaparan (tahun) terhadap Resiko Pencemaran Debu

Dari hasil analisis kuesioner didapatkan lama menetap dan dari hasil analisis resiko didapatkan perkiraan resiko pencemaran debu pada masing-masing titik, dinyatakan bahwa lama pemaparan tertinggi adalah pada titik I (dalam pabrik) yaitu sebesar 35tahun dengan nilai perkiraan resiko sebesar 0,0236, sedangkan untuk responden dengan lama pemaparan terendah sebesar 2 tahun dengan perkiraan resiko sebesar 0,0037 pada titik II (Jl.Ngepos).

<sup>\*)</sup> Program Studi teknik Lingkungan FT Undip  
Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang Semarang

**Gambar 6. Grafik Hubungan Lama Pemaparan (tahun) dengan Resiko**

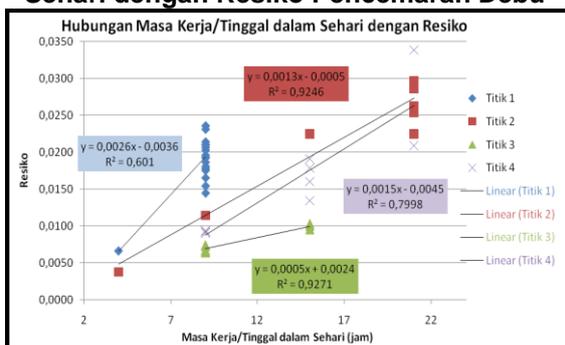


Sumber: Hasil Analisis, 2012

**Hubungan Lama Masa Kerja/Tinggal Sehari terhadap Resiko**

Dari hasil analisis kuesioner didapatkan frekuensi pemaparan yaitu masa kerja/masa tinggal responden dalam sehari dan dari hasil analisis resiko didapatkan perkiraan resiko pencemaran debu pada masing-masing titik, dinyatakan bahwa masa kerja/masa tinggal dalam sehari tertinggi adalah pada titik IV (Perum. Krapyak) yaitu sebesar 21 jam dengan nilai perkiraan resiko sebesar 0,0338, sedangkan untuk responden dengan masa kerja/masa tinggal terendah sebesar 4 jam dengan perkiraan resiko sebesar 0,0037 pada titik II (Ngepos).

**Gambar 5. Grafik Masa Kerja/Tinggal Sehari dengan Resiko Pencemaran Debu**



Sumber: Hasil Analisis, 2012

**KESIMPULAN**

1. Berdasarkan hasil pengukuran partikel debu (TSP) yang telah dilakukan, didapatkan konsentrasi debu tertinggi di PT. Inti General Yaja Steel sebesar 140,166 µg/m<sup>3</sup> dan konsentrasi terendah pada lokasi Jl. Ngepos II (masyarakat sekitar) sebesar 48,709 µg/m<sup>3</sup>. Adapun hasil yang didapatkan masih sesuai dengan S.K Gubernur Jateng No.8

Tahun 2001 mengenai baku mutu standar TSP sebesar 230 µg/m<sup>3</sup>.

2. Dengan menganalisis resiko, didapatkan perkiraan nilai resiko pencemaran partikel debu (TSP) tertinggi sebesar 0,0338 pada lokasi Perum. Krapyak. Sedangkan perkiraan nilai resiko terendah sebesar 0,0117 pada lokasi Perum. Sugriwo. Nilai perkiraan resiko terhadap kesehatan (inhalasi) pekerja dan masyarakat sekitar masih tidak memiliki resiko (resiko < 1). Namun jika dihitung dengan perkiraan resiko maksimal, setelah pemaparan selama 56 tahun memiliki adanya kemungkinan beresiko timbul penyakit pada inhalasi manusia. Adapun penyakit yang mungkin timbul yaitu gejala gangguan saluran pernafasan seperti sesak nafas, batuk berdarah, batuk darah, nyeri dada, hingga gangguan paru-paru.

**SARAN**

1. Bagi pihak pabrik PT. Inti General Yaja Steel Semarang agar melaksanakan manajemen resiko dan komunikasi resiko guna mengurangi resiko terhadap kesehatan para pekerja serta masyarakat sekitar PT. Inti General Yaja Steel Semarang.

**DAFTAR PUSTAKA**

Atmaja, Aditya Surya dan Denny Ardyanto. 2007. *Identifikasi Kadar debu di Lingkungan Kerja dan Keluhan Subyektif Pernafasan Tenaga Kerja Bagian Finish Mill*. Surabaya: Universitas Airlangga

BPLHD. 2009. *Teknik Sampling Kualitas Udara*. Provinsi Jawa Barat. <http://www.bplhdjabar.go.id/>.

Depkes RI. 1993. *Upaya Kesehatan Kerja Sektor In Formal di Indonesia* cetakan kedua. Depkes RI: Jakarta

Duah, Kofi Asante. 2007. *Public Health Risk Assesment for Human Exposure to Chemicals*. London: Kluwer Academic Publisher

Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Kanisisus: Yogyakarta

Handayani, Esti. 2006. *Analisis Resiko Konsentrasi Total Suspended Solid (TSP) dan Timbal (Pb) Udara Akibat Transportasi*. Laporan Penelitian. Teknik Lingkungan. Semarang: Undip

<sup>\*)</sup> Program Studi teknik Lingkungan FT Undip Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang Semarang

- Hariastuti, Ir Nanni. 1996. *Penurunan Kualitas Udara Disekitar Industri Peleburan Besi Baja Dengan Tanur Busur Besi (Electric Arc Furnace)*. Bull. Lit. Bang Industri: Semarang
- Huboyo, Haryono S dan M.Arief Budihardjo. 2008. *Buku Ajar Pencemaran Udara*. Fakultas Teknik. Semarang: Universitas Diponegoro
- Huboyo, Haryono Setiyo dan Endro Sutrisno. 2009. *Analisis Konsentrasi Particulate Matter 10 pada Udara Diluar Ruang*. Semarang: Jurnal Penelitian Teknik Undip
- HSP. 2011. *Mengenal Debu (Dust) dan Pengendaliannya (Dust Control)*. Health & Safety Training and Management Consultant Services
- Lioy, Paul. J and Joon M. Daisey. 1987. *Toxic Air Pollution: A Comprehensive Study of Non Criteria Air Pollutant*. Lewis Publisher
- IRIS. (2007). *Integrated Risk Information System List of Substance*. US Environmental Protection Agency, <http://www.epa.gov/iris/subst/index.html>
- Nugroho, Heri ST, M.Kes. 2011. *Paradigma Risk Analysis dan Risk Asessment (Analisa Resiko)*. BBTCL-PPM: Jakarta
- Pujiastuti, Wiwiek. 2002. *Debu Sebagai Bahan Pencemar yang Membahayakan Kesehatan Kerja*. Pusat Kesehatan kerja. Depkes RI. <http://www.depkes.go.id>
- Prayudi, Teguh. 2005. *Dampak Industri Peleburan Logam Fe Terhadap Pencemaran Debu di Udara*. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
- Seta, Andika Bima. 2011. *Analisis Resiko Pencemaran Udara terhadap Tenaga Mekanik di Bengkel Kendaraan Bermotor Roda Dua*. Laporan Penelitian Teknik Lingkungan Semarang: Undip
- Sirait, Manna. 2010. *Hubungan Karakteristik Pekerja Dengan Faal Paru Di Kilang Padi Kecamatan Porsea*. Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat. Medan: USU
- Soedomo, Moestikahadi. 2001. *Pencemaran Udara (Kumpulan Karya Ilmiah)*. Bandung: ITB
- Sucipto, Eddy. 2007. *Hubungan Pemaparan Partikel Debu Pada Pengolahan Batu Kapur terhadap Penurunan kapasitas Fungsi Paru-Paru*. Magister Ilmu Lingkungan: Undip Semarang
- Suma'mur, P.K., MSc DR. 2009. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (Hiperkes)*. Jakarta: Sagung Seto
- Syafita, Karina Yuania. 2010. *Analisis Resiko Cemaran Karbon Monoksida (CO) Akibat Asap Pabrik Gula terhadap Masyarakat Sekitar*. Laporan Penelitian Teknik Lingkungan Semarang: Undip
- Wardana, Wisnu Arya. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi Offset. Yogyakarta.

---

<sup>\*)</sup> Program Studi teknik Lingkungan FT Undip  
Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang Semarang