

ANALISIS KONSENTRASI PARTICULATE  
MATTER 10 (PM10) PADA UDARA DILUAR RUANG  
(STUDI KASUS : STASIUN TAWANG - SEMARANG)

Haryono Setiyo Huboyo, Endro Sutrisno<sup>\*)</sup>

*Abstract*

*The need to obtain the speed and information accuracy provided in an organization conducting data processing in gross, complex and finite during make the organization require the information system to support their business.*

*Systems analysis represent the early stage in determining quality of system development in information system to be developed. Analysis of Requirement of sistem, one of the phase of systems analysis, have playing important role to formulate what must be owned and done by an information system.*

*This report using quisioner of the measuring instrument by using modification of Likert scale for one hundred responder to get the data. Processing data is conducting bytest of validity and reability, then factor analysis is done for formulation of system requirement.*

*Keywords: Information system, requirement analysis, likert scale, factor analysis*

**Pendahuluan**

Stasiun kereta api adalah tempat di mana para penumpang kereta api dapat naik-turun dalam memakai sarana transportasi kereta api. Pencemaran udara dapat didefinisikan suatu kegiatan di atmosfer, dimana konsentrasi dari substansi – substansi yang ada cukup tinggi dan berada diatas nilai ambient dan dapat menimbulkan dampak – dampak bagi manusia, hewan, vegetasi, maupun material. Substansi – substansi yang ada di atmosfer berupa gas, cair, maupun padatan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui besarnya konsentrasi polutan udara di luar ruang. Dengan demikian, dapat diketahui seberapa besar konsentrasi polutan yang terkandung pada udara ambien di luar ruang dan serta dampak negatifnya bagi manusia.

Salah satu zat pencemar yang terkandung di udara diarea stasiun adalah debu atau partikulat. Partikulat adalah padatan atau likuid di udara dalam bentuk asap, debu dan uap, yang dapat tinggal di atmosfer dalam waktu yang lama. Di samping mengganggu estetika, partikel berukuran kecil di udara dapat terhisap ke dalam sistem pernafasan dan menyebabkan penyakit gangguan pernafasan dan kerusakan paru-paru. Partikulat juga merupakan sumber utama haze (kabut asap) yang menurunkan visibilitas.

Partikel yang terhisap ke dalam sistem pernafasan akan disisihkan tergantung dari diameternya. Partikel berukuran besar akan tertahan pada saluran pernafasan atas, sedangkan partikel kecil (inhalable) akan masuk ke paru-paru dan bertahan di dalam tubuh dalam waktu yang lama. Partikel inhalable adalah tikel dengan diameter di bawah 10 µm (PM10). PM10 diketahui dapat meningkatkan angka kematian

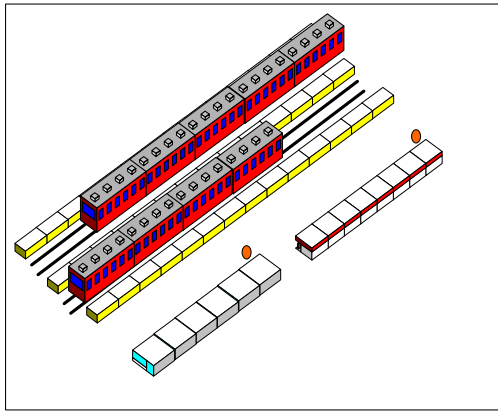
yang disebabkan oleh penyakit jantung dan pernafasan, pada konsentrasi 140 µg/m<sup>3</sup> dapat menurunkan fungsi paru-paru pada anak-anak, sementara pada konsen-trasi 350 µg/m<sup>3</sup> dapat memperparah kondisi penderi-ta bronkhitis. Toksisitas dari partikel inhalable tergantung dari komposisinya

**Bahan dan Metodologi Penelitian**

Secara keseluruhan pelaksanaan penelitian terdapat dalam tiga tahapan:

1. Tahap Persiapan  
Tahap persiapan meliputi studi literatur awal terhadap obyek yang akan dibahas, dilanjutkan dengan survey lokasi studi dan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan untuk sampling.
2. Tahap Pelaksanaan  
Dalam tahap ini, hal utama yang harus dilakukan adalah pengambilan data primer, yaitu konsentrasi PM10 pada tiap titik sampling. Alat yang digunakan untuk mengukur konsentrasi PM10 adalah Dust Sampler DS 600-03. Suhu dan kelembaban diukur dengan menggunakan Hygrometer.
3. Tahap Analisis Data  
Dalam tahap ini, dilakukan analisis dari data hasil sampling. Konsentrasi PM10 dianalisis dengan metode gravimetri. Alat yang digunakan untuk menimbang debu adalah Neraca Mettler Toledo Tipe AG 245. Kemudian dilakukan analisis dan pembahasan mengenai perbandingan konsentrasi PM10 hasil pengukuran dengan baku mutu, kemudian dilanjutkan dengan penghitungan nilai resiko PM10 terhadap PKL dan petugas (peron)
4. Lokasi Titik Sampling.  
Pengukuran konsentrasi partikulat PM10 di Stasiun Tawang Semarang ini dilakukan di 2 titik yaitu di sekitar PKL dan petugas. Lokasi titik sampling dapat dilihat pada gambar 1 :

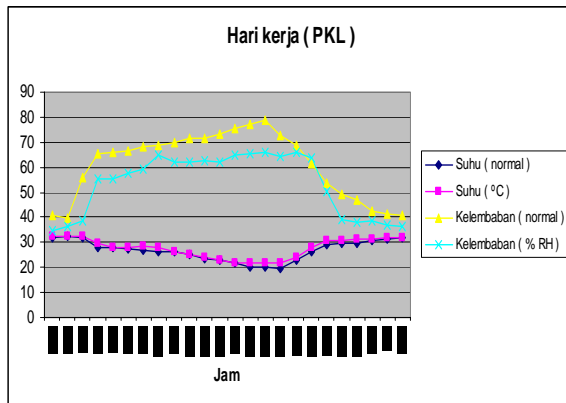
<sup>\*)</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Undip



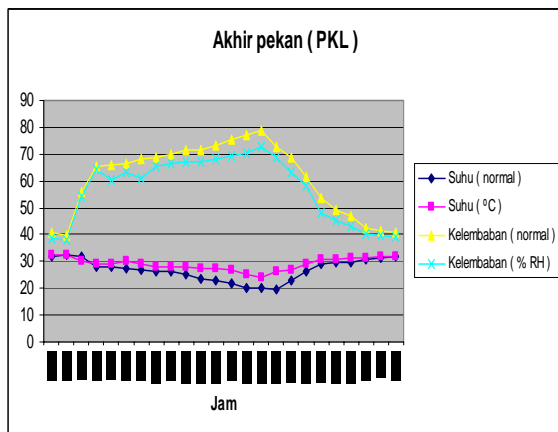
Gambar 1. Lokasi titik pengambilan sampel

### Hasil Dan Pembahasan

Kelembaban dan suhu di lokasi sekitar PKL. Data hasil pengukuran kelembaban dan suhu di lokasi sekitar PKL dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 2. Data hasil pengukuran Kelembaban dan Suhu di lokasi sekitar PKL pada hari kerja



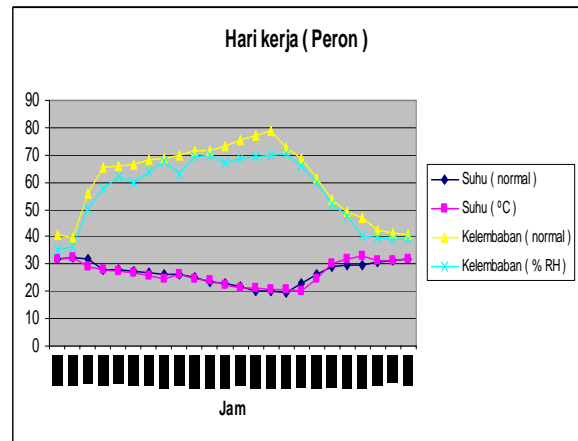
Gambar 3. Data hasil pengukuran Kelembaban dan

Suhu di lokasi sekitar PKL pada akhir pekan  
 Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa kelembaban dan suhu di lokasi sekitar PKL pada saat hari kerja dan akhir pekan tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Dari nilai kelembaban serta suhu yang terukur, terlihat bahwa kelembaban dan suhu pada saat pengukuran bervariasi, hal ini disebabkan oleh faktor cuaca serta aktivitas disekitar stasiun seperti

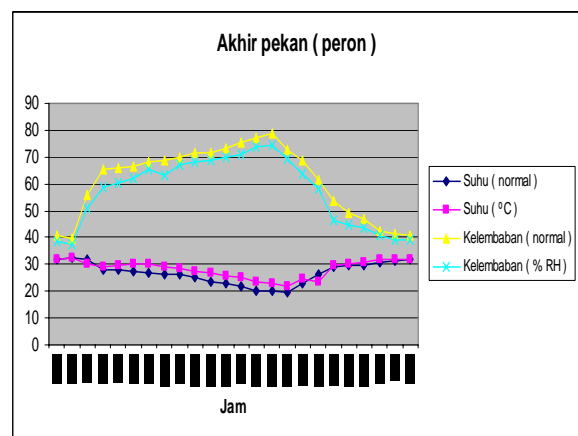
contohnya panas dari mesin kereta. Sehingga mempengaruhi nilai kelembaban serta suhu di sekitarnya pada saat pengukuran.

Kelembaban dan suhu di lokasi sekitar petugas (Peron).

Data hasil pengukuran kelembaban dan suhu di lokasi sekitar petugas ( Peron ) dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4. Data hasil pengukuran Kelembaban dan Suhu di lokasi sekitar petugas peron pada hari kerja

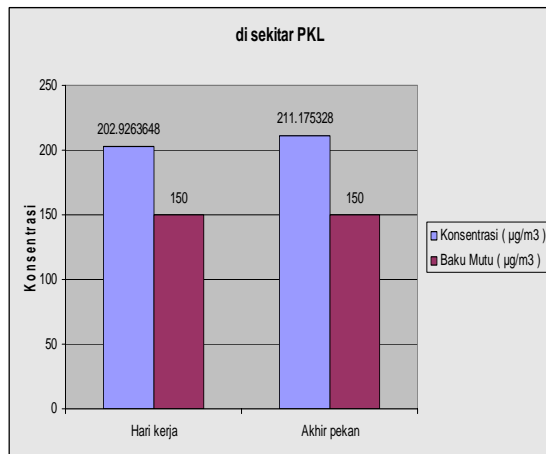


Gambar 5. Data hasil pengukuran Kelembaban dan Suhu di lokasi sekitar petugas peron pada akhir pekan

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa kelembaban dan suhu di lokasi sekitar petugas stasiun ( Peron ) pada saat hari kerja dan akhir pekan tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

Konsentrasi  $PM_{10}$  pada hari kerja dan akhir pekan (di lokasi sekitar PKL)

Berikut Konsentrasi  $PM_{10}$  yang terukur beserta kode filter yang digunakan untuk pengukuran konsentrasi  $PM_{10}$  pada hari kerja dan akhir pekan di lokasi sekitar PKL :

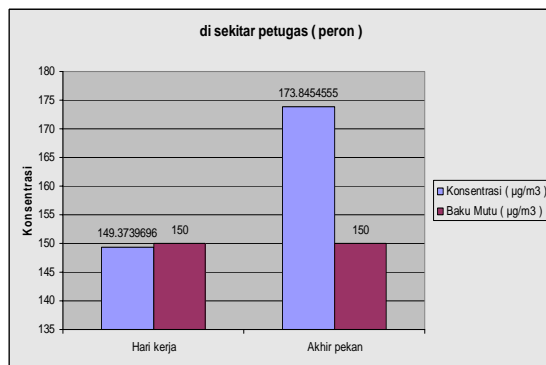


Gambar 6. Perbandingan Konsentrasi PM<sub>10</sub> pada hari kerja dan akhir pekan di lokasi disekitar PKL

Dari data yang didapat, terlihat perbandingan yang cukup signifikan antara total konsentrasi pada hari kerja dan akhir pekan. Pada hari kerja, total konsentrasi paparan PM<sub>10</sub> di lokasi sekitar PKL adalah 202,92 µg/m<sup>3</sup>, sedangkan pada akhir pekan, total konsentrasinya sebesar 211,17 µg/m<sup>3</sup>.

Konsentrasi PM<sub>10</sub> pada hari kerja dan akhir pekan ( di lokasi sekitar petugas stasiun ( Peron )

Berikut Konsentrasi PM<sub>10</sub> yang terukur beserta kode filter yang digunakan untuk pengukuran konsentrasi PM<sub>10</sub> pada hari kerja dan akhir pekan dilokasi sekitar Petugas stasiun ( Peron ) :



Gambar 7. Perbandingan Konsentrasi paparan PM<sub>10</sub> pada hari kerja dan akhir pekan di lokasi sekitar petugas stasiun ( Peron )

Dari data yang didapat, terlihat perbandingan yang cukup signifikan antara konsentrasi pada hari kerja dan akhir pekan. Pada hari kerja , total konsentrasi PM<sub>10</sub> di lokasi sekitar petugas stasiun - peron adalah 149,37µg/m<sup>3</sup>, sedangkan pada akhir pekan, total konsentrasinya sebesar 173,84 µg/m<sup>3</sup>. Peningkatan konsentrasi PM<sub>10</sub> di lokasi sekitar petugas stasiun-peron disebabkan oleh penambahan jumlah pengoperasian kereta serta peningkatan jumlah calon penumpang distasiun tawang pada saat dilakukannya pengambilan sampel konsentrasi udara.

Perkiraan daya racun ( Toxicity Assessment )

Perkiraan daya racun adalah tahapan ketiga dalam analisa resiko. Pada tahap ini dijelaskan tingkat toksisitas dari suatu zat kimia, yaitu PM<sub>10</sub> sebagai polutan pencemar yang dibahas dalam penelitian ini . Untuk menentukan besaran perkiraan daya racun ( Toxicity Assessment ) untuk PM<sub>10</sub>, Nilai-nilai yang digunakan dalam perhitungan adalah (Ruchirawat, 1996) :

1. C (konsentrasi) yang digunakan adalah konsentrasi rata-rata harian
2. *Contact Rate* (jumlah kontak) diasumsikan 20 m<sup>3</sup>/hari untuk orang dewasa, dan 10 m<sup>3</sup>/hari untuk anak-anak
3. Frekuensi Pemaparan yaitu (lama kerja/hari) x 365 hari/tahun
4. *Exposure Duration* (waktu pemaparan) untuk karsinogen selama 70 tahun, dan non karsinogen selama 30 tahun, sesuai dengan standar *exposure duration* untuk orang dewasa
5. Berat badan yang digunakan adalah berat badan tiap orang di tempat
6. AT dibedakan menjadi dua, yaitu :
  - Untuk non karsinogen, AT = ED x 365 hari
  - Untuk karsinogen, AT = 70 tahun x 365 hari

Dengan konsentrasi PM<sub>10</sub> maksimum 0,15 mg/m<sup>3</sup>, maka *intake* PM<sub>10</sub> maksimum yang diperbolehkan dengan waktu pemaparan maksimum 24 jam per hari adalah 0,030 mg/kg.hari

Memperkirakan dosis intake

Untuk mengetahui besarnya resiko yang diterima maka dihitung besarnya *intake* PM<sub>10</sub> yang terpapar ke tubuh manusia. Pada penghitungan dihitung besarnya *intake* PM<sub>10</sub> di dua titik pengukuran terhadap dua jenis pekerjaan yaitu PKL dan petugas stasiun. Besarnya *intake* PM<sub>10</sub> di lokasi sekitar PKL pada akhir pekan :

$$CDI = 0,042 \text{ mg/kg.hari}$$

Besarnya *intake* PM<sub>10</sub> di lokasi sekitar petugas-peron pada akhir pekan :

$$CDI = 0,035 \text{ mg/kg.hari}$$

Hal ini karena ada beberapa faktor yang bisa mempengaruhinya, antara lain :

1. Konsentrasi PM<sub>10</sub> di lokasi sekitar PKL yang melebihi baku mutu, yaitu dengan konsentrasi rata-rata harian 211,17 µg/m<sup>3</sup>
2. Lama kerja orang per harinya yang melebihi jam kerja normal yaitu 8 jam/hari, sehingga waktu pemaparan semakin panjang setiap harinya.
3. Waktu tinggal di tempat tersebut yang sudah lama, yaitu lebih dari 10 tahun sehingga akumulasi konsentrasi PM<sub>10</sub> yang ada didalam tubuh semakin banyak.

#### Perkiraan Resiko (Risk Characterization)

Karena bersifat karsinogen maka besarnya resiko untuk PM<sub>10</sub> bagi PKL dan petugas peron di stasiun tawang dapat dihitung sebagai berikut :

Besarnya resiko untuk PM<sub>10</sub> bagi PKL

$$\text{Resiko} = 0,05$$

Besarnya resiko untuk PM<sub>10</sub> bagi petugas ( Peron )

$$\text{Resiko} = 0,04$$

Dari perhitungan diatas, ternyata resiko PM<sub>10</sub> yang besar adalah para PKL dengan nilai resiko 0,05. Hal ini bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

1. Banyaknya aktivitas di sekitar PKL yang berpotensi pada meningkatnya konsentrasi PM<sub>10</sub> seperti halnya kegiatan menyapu, merokok, mobilitas calon penumpang serta kereta api dan lain sebagainya.
2. Lamanya waktu tinggal PKL di stasiun Tawang - Semarang , yaitu berdasar kuessinoer lebih dari 8 jam/hari sehingga waktu pemaparan juga semakin lama.
3. Sebagian PKL telah berada atau tinggal di tempat tersebut dalam waktu yang lama, yaitu lebih dari 10 tahun sehingga konsentrasi PM<sub>10</sub> telah terakumulasi di dalam tubuhnya dalam jumlah yang banyak
4. Faktor lain yang juga bisa mempengaruhi, antara lain kondisi tubuh PKL itu sendiri, seperti kesehatan, daya tahan tubuh, dan kondisi fisik seperti berat badan dan tinggi badan yang bisa berpengaruh dalam perhitungan nilai resiko.

Nilai resiko yang lebih kecil dari 1 menunjukkan bahwa kondisi di lapangan besar risikonya bisa diterima. Jika resiko yang terjadi lebih kecil dari 1 artinya bahwa reseptor terpapar pada tingkat konsentrasi tertentu yang tidak menimbulkan bahaya (Watts, 1997). Dari hasil perhitungan diatas, ternyata nilai risikonya jauh dibawah satu. Hal ini menandakan bahwa semua lokasi kandungan PM<sub>10</sub> nya sangat kecil sehingga tidak beresiko dan masih aman terhadap kesehatan manusia di sekitarnya. Meskipun semua lokasi nilai risikonya masih dibawah satu, tetapi bisa saja manusia yang tinggal di wilayah tersebut terkena penyakit akibat paparan PM<sub>10</sub> meskipun dalam jumlah yang kecil, tetapi tidak secara langsung dan dalam jangka waktu yang lama, dan juga bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti yang telah disebutkan diatas.

#### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Konsentrasi PM<sub>10</sub> di sekitar PKL pada hari kerja dan akhir pekan sebesar 202,92 µg/m<sup>3</sup> dan 211,17 µg/m<sup>3</sup>. Sedangkan konsentrasi PM<sub>10</sub> disekitar petugas stasiun ( peron ) pada hari kerja dan akhir pekan sebesar 149,37 µg/m<sup>3</sup> dan 173,84 µg/m<sup>3</sup>.
2. Konsentrasi PM<sub>10</sub> di sekitar PKL pada hari kerja dan akhir pekan melebihi baku mutu PM<sub>10</sub> yaitu sebesar 150 µg/m<sup>3</sup>. Sedangkan PM<sub>10</sub> di

sekitar petugas stasiun ( Peron ) pada hari kerja sedikit dibawah baku mutu yang ditentukan. Sedangkan konsentrasi PM<sub>10</sub> disekitar petugas stasiun ( peron ) pada akhir pekan melebihi baku mutu yang ditentukan. Hal ini di akibatkan adanya penambahan jumlah pengoperasian kereta serta peningkatan jumlah calon penumpang distasiun tawang pada saat dilakukannya pengambilan sampel konsentrasi udara.

3. Dari hasil perhitungan nilai intake PM<sub>10</sub> di sekitar PKL dan petugas stasiun (peron), didapatkan besarnya resiko untuk PM<sub>10</sub> bagi PKL sebesar 0,05 dan besarnya resiko PM<sub>10</sub> bagi petugas stasiun ( Peron ) sebesar 0,04.

#### Saran

1. Waktu pengambilan sampel dilakukan dalam rentang yan lama agar pada penelitian selanjutnya dapat mengetahui keterkaitan unsur iklim atau cuaca terhadap konsentrasi PM<sub>10</sub> di luar ruang.
2. Untuk peneliti selanjutnya diharapkan agar tidak hanya menghitung intake melalui proses pernapasan saja, tetapi bisa melalui proses yang lain, seperti melalui proses pencernaan, kulit, tanah, dll dan juga untuk semua bahan pencemar, tidak hanya PM<sub>10</sub> saja.

#### Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Agung F, Dini Nova dan Anggrika data samplingnya, Kepala stasiun Tawang atas ijin penelitian ini.

#### Daftar Pustaka

1. Cornwell, D.A. and Davis, M.L. 2000. *Introduction to Environmental Engineering*. Singapore : Mc Graw-Hill Book Co
2. Gratt, Lawrence B, *Air Toxic Risk assessment And Management*, Van Nostrand Reinhold, USA, 1996.
3. Hertz, David B and Howard Thomas, *Risk Analysis and its Application*, John Willey & Sons, New York, 1983.
4. Holopainen, et al. 2006. *Mitigating The Adverse Impact of Particulates on Indoor Air*. [www.tekes.com/fine\\_sisailma.pdf](http://www.tekes.com/fine_sisailma.pdf)
5. Peavy, Howard S. 1985. *Environmental Engineering*. Singapore : Mc Graw-Hill Co
6. Mukono, H. J, *Pencemaran Udara Dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernapasan*, Airlangga University Press, Surabaya, 1997.
7. Peavy, Howard S, Donald R. Rowe, George Tchobanoglous, *Environmental Engineering*, McGraw-Hill Book Company, 1985.
8. Perkins, dr. Henry, C, *Air Pollution*, Mc.Graw-Hill Book Company, USA, 1974.
9. Riyadi, Dr, A.L.Slamet Skm, *Pencemaran Udara*, Usaha Nasional, Surabaya, 1982.



