

**PENGARUH FAKTOR METEOROLOGIS TERHADAP KONSENTRASI (Pb,Cr,Zn)
DALAM TSP DI JALAN RINGROAD UTARA SLEMAN D.I.YOGYAKARTA**

Taufik Hidayah

15513080

ABSTRACK

One of the dangerous pollutants in Total Suspended Particulate (TSP) is Lead (Pb), Chromium (Cr), Zinc (Zn) heavy metals which are some of the heavy metals that can affect changes in ambient air quality produced by human activities such as motorized vehicle emissions . North Ringroad Road in Sleman Regency is one of the main road segments in Sleman Regency which has become a liaison between the provinces of D.I.Y Yogyakarta and Central Java. In this case meteorological factors related to the concentration of air pollutants are air temperature, air humidity, wind speed and air pressure. This study aims to determine the relationship of meteorological factors with the level of concentration that is on the North Ringroad road on weekdays and weekends. TSP sampling was carried out using a High Volume Sampler (HVAS) tool and for meteorological factors using a Barometer and Anemometer. Sampling carried out for 8 hours the results obtained will be analyzed using simple Pearson correlation. The results showed that some of the meteorological factors affected the level of concentration of heavy metals in TSP with a value of $r = 0.61760$ for wind speed with lead concentration (Pb) and a value of $r = 0.144506$ for temperatures with zinc concentration (Zn)

Keywords: Meteorological Factors, North Ringroad Road, Heavy Metals, Total Suspended Particulate (TSP)

ABSTRAK

Salah satu bahan pencemar berbahaya dalam Total Suspended Particulate (TSP) adalah logam berat Timbal (Pb), Kromium (Cr), Seng (Zn) adalah sebagian beberapa logam berat yang dapat mempengaruhi perubahan kualitas udara ambien yang dihasilkan oleh kegiatan manusia seperti emisi kendaraan bermotor. Jalan Ringroad Utara di Kabupaten Sleman adalah salah satu ruas jalan utama yang berada di Kabupaten Sleman yang menjadi jadi penghubung jalan antar provinsi D.I.Y Yogyakarta dengan Jawa Tengah. Dalam hal ini factor meteorologis berhubungan dengan konsentrasi pencemar udara adalah suhu udara, kelembapan udara, kecepatan angin dan tekanan udara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan factor meteorologis dengan tingkat konsentrasi yang berada di jalan Ringroad Utara di hari kerja dan akhir pekan. Pengambilan sampel TSP dilakukan dengan menggunakan alat High Volume Sampler (HVAS) dan untuk factor meteorology menggunakan Barometer dan Anemometer. Pengambilan sampel dilakukan selama 8 jam hasil yang telah didapatkan nantinya akan dianalisis dengan menggunakan korelasi sederhana pearson. Hasil penelitian menunjukkan sbahwa sebagian dari factor meteorologis mempengaruhi tingkat konsentrasi logam berat dalam TSP dengan nilai $r= 0,61760$ untuk kecepatan angin dengan konsentrasi timbal (Pb) dan nilai $r= 0,144506$ untuk suhu dengan konsentrasi seng (Zn)

Kata kunci : *Faktor Meteorologis, Jalan Ringroad Utara, Logam Berat, Total Suspended Particulate (TSP)*

1. PENDAHULUAN

Kualitas udara ambien di bumi terus mengalami perubahan akibat dari kegiatan manusia seperti pembangunan infrastruktur kota, industri, dan transportasi yang terus meningkat intensitasnya demi memenuhi kebutuhan hidup manusia. Udara yang dulunya segar, kini terasa kering dan kotor. Dari sekian banyak bahan pencemar udara, partikel/debu termasuk dalam kelompok yang harus mendapatkan perhatian karena dapat mengakibatkan dampak besar baik terhadap makhluk hidup maupun lingkungan fisik (Prayudi, 2001). Konsentrasi pencemar di udara akan menentukan kualitas udara pada daerah tersebut. Hal yang mempengaruhi pencemaran udara yaitu laju emisi dari sumber laju perubahan baik fisik maupun kimia dari pencemar, serta dispersi dan transportasi pencemar dari suatu wilayah ke wilayah lainnya. *Total Suspended Particulate* (TSP) adalah komponen yang sangat penting dari parameter kualitas udara ambien. Komponen “debu” termasuk dalam parameter kualitas udara yang wajib diukur sesuai dengan peraturan pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara namun pada jumlah tertentu dengan relatif rendah (Budiyono, 2001). Penelitian tentang pengaruh faktor meteorologi terhadap tingkat konsentrasi logam berat pada *Total Suspended Particulate* (TSP) di jalan protokol sleman diperlukan sebagai salah satu upaya identifikasi tingkat pencemaran udara yang ada di sekitar jalan protokol sleman. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi timbal, cromium dan seng (Pb,Cr,Zn) dalam TSP sehingga dapat dilakukan upaya faktor apa saja yang mempengaruhi tingkat konsentrasi logam berat pada total suspended particulate dari segi faktor meteorologi yang mempengaruhi nya. Penelitian ini juga dilakukan dalam perbedaan waktu pengukuran konsentrasi timbal, Cromium, Seng (Pb,Cr,Zn) dalam TSP, yaitu pada saat tengah minggu (*weekdays*) dan akhir minggu (*weekend*) untuk mengetahui perbandingan tingkat konsentrasi yang dapat dipengaruhi oleh kepadatan di jalan tersebut. Berdasarkan uraian di atas, penulis mengambil judul penelitian “Pengaruh Faktor Meteorologi Terhadap Tingkat Konsentrasi Logam Berat dalam *Total Suspended Particulate* (TSP) di jalan Sleman, Yogyakarta

2. METODE PENELITIAN.

2.1 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini menggunakan alat *HVAS* serta beberapa alat untuk mengukur suhu, kelembapan, kecepatan angin yang menggunakan anemometer, barometer, termometer serta kertas filter yang digunakan pada alat *HVAS*

2.2 Cara Kerja

Sampel *Total Suspended Particulate* (TSP) dari pengukuran di lapangan, dianalisis dengan metode uji kadar timbal (Pb) dalam *Total Suspended Particulate* (TSP) sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 7119-4:2017 mengenai cara uji kadar timbal, seng, kromium (Pb, Cr, Zn) dengan metoda destruksi cara basah menggunakan spektrofotometer serapan atom nyala. Prinsip pengujiannya yaitu partikel di udara ambien ditangkap melalui media penyaring dengan menggunakan alat *High Volume Air Sampler* (HVAS). Untuk mengetahui konsentrasi timbal, kromium, seng (Pb, Cr, Zn) yang terkandung di dalam partikel tersuspensi tersebut, kertas filter contoh uji didestruksi dengan menggunakan pelarut asam, kemudian diukur dengan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) nyala.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Keterkaitan Suhu, Kelembapan, Tekanan udara dan Kecepatan angin

Suhu dan kelembapan udara sangat erat hubungannya, karena jika kelembapan udara berubah, maka suhu juga akan berubah. Dimana kenaikan suhu cenderung diikuti oleh turunnya kelembapan, begitu pula keadaan sebaliknya. Sedangkan tekanan udara cenderung tidak terpengaruh disisi lain angin selalu bertiup dari tempat dengan udara tekanan tinggi ke tempat yang tekanannya lebih rendah, jika tidak ada gaya lain yang mempengaruhi maka angin bergerak secara langsung dari udara bertekanan tinggi ke udara bertekanan rendah. Akan tetapi perputaran bumi akan menimbulkan gaya yang akan mempengaruhi arah pergerakan angin. Hal ini disebabkan angin adalah udara yang bergerak secara horizontal dari

daerah yang bertekanan maksimum ke daerah yang bertekanan minum. Arah serta kecepatan angin dapat berubah tiap saat tergantung pada perbedaan tekanan udara antara suatu tempat dengan tempat lain (Tim Abdi Guru,2004)

3.2 Hasil Analisis Faktor Meteorologis di Perempatan Kentungan dan Perempatan Condong Catur

Pada penelitian ini pengambilan data sampel faktor meteorologis (suhu, tekanan, kelembapan, kecepatan angin) menggunakan 2 alat yaitu barometer untuk pengambilan data sampel suhu, tekanan, dan kelembapan dan anemometer untuk pengambilan data sampel kecepatan angin. Pencuplikan data dilakukan selama 8 hari dimana 4 hari dilakukan di perempatan Kentungan dan 4 hari lainnya di perempatan Condong Catur. Pencuplikan data dilakukan sebanyak 8 kali per 1 jam setiap harinya dimulai dari pukul 06.00-14.00 WIB.

3.2.1 Hasil Analisis Suhu di perempatan Kentungan dan Condong Catur



Gambar 3.1 hasil rata-rata suhu di perempatan Kentungan dan perempatan Condong Catur

Hasil yang diperoleh dapat disimpulkan nilai rata-rata suhu yang didapatkan di perempatan Kentungan dan Condong Catur dapat dikatakan tidak stabil. Dimana rata-rata suhu terendah di perempatan Kentungan terdapat di hari Sabtu dengan nilai yaitu

30,85 dan untuk rata-rata suhu tertinggi pada hari Jum'at dengan nilai yaitu 34,6625. Dan untuk perempatan Condong Catur rata-rata suhu terendah terdapat di hari Minggu dengan nilai 28,575 dan untuk suhu tertinggi pada hari Senin dengan nilai 32,775.

3.2.2 Hasil Analisis Tekanan pada Perempatan Kentungan dan Perempatan Condong Catur



Gambar 3.2 hasil rata-rata tekanan di perempatan Kentungan dan perempatan Condong Catur

Dari Gambar 3.2 dapat dilihat nilai rata-rata yang didapatkan tekanan di perempatan Kentungan dan Condong Catur keduanya hasilnya tidak stabil. Dimana rata-rata tekanan terendah di perempatan Kentungan terdapat di hari Senin dengan nilai yaitu 747 mmHg dan untuk rata-rata tekanan tertinggi pada hari Jum'at dengan nilai yaitu 747,7 mmHg. Dan untuk perempatan Condong Catur rata-rata tekanan terendah terdapat di hari Jum'at dengan nilai 747,075 mmHg dan untuk tekanan tertinggi pada hari Sabtu dan Minggu dengan nilai 747,8 mmHg.

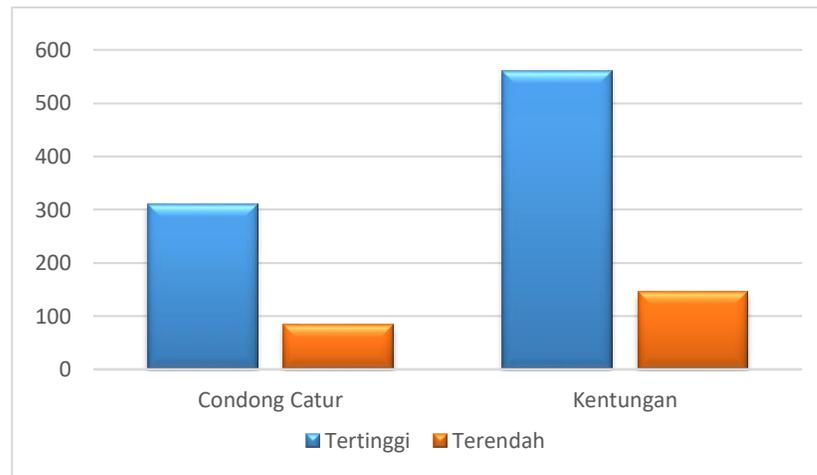
3.2.4 Hasil Analisis Kecepatan Angin pada Perempatan Kentungan dan Perempatan Condong Catur



Gambar 3.3 hasil rata-rata kecepatan angin di perempatan Kentungan dan perempatan Condong Catur

Dari Gambar 4.9 dapat dilihat bahwa bahwa nilai rata-rata kecepatan angin di perempatan Kentungan dan Condong Catur keduanya hasilnya fluktuatif. Dimana rata-rata kecepatan angin terendah di perempatan Kentungan terdapat di hari Jum'at dengan nilai yaitu 4,7875 km/jam dan untuk rata-rata kecepatan angin tertinggi pada hari Minggu dengan nilai yaitu 5,475 km/jam. Dan untuk perempatan Condong Catur rata-rata Kecepatan angin terendah terdapat di hari Minggu dengan nilai 5,7 km/jam dan untuk Kecepatan angin tertinggi pada hari Senin dengan nilai 6,0875 km/jam

3.3 Hasil Analisis Konsentrasi Pb,Cr,Zn pada TSP di Perempatan Kentungan dan Perempatan Condong Catur



Gambar 3.4 hasil rata-rata Perbandingan TSP diperempatan Kentungan dan condong catur

Konsentrasi tertinggi *Total Suspended Particulate* (TSP) di perempatan kentungan 561,457 µg/Nm³ merupakan nilai yang didapatkan dilakukan pada akhir pekan yaitu hari sabtu (*weekend*).Sementara itu konsentrasi terendah *Total Suspended Particulate* (TSP) di perempatan kentungan ialah hari minggu (*weekend*) sebesar 145,391 µg/Nm³ dan sementara untuk di jalan perempatan condong catur ialah didapatkan konsentrasi tertinggi *Total Suspended Particulate* (TSP) 310,745 µg/Nm³ yang dilakukan pada hari kerja senin (*weekdays*) dan untuk terendah ialah didapatkan pada hari sabtu (*weekend*) sebesar 83,494 µg/Nm³

3.3.1 Hasil Analisis Konsentrasi timbal (Pb) pada TSP di Perempatan Kentungan dan Perempatan Condong Catur



Gambar 3.5 hasil Perbandingan Timbal (Pb) dalam TSP diperempatan Kentungan dan condong catur

Hasil analisis destruksi sampel kertas filter dari masing-masing jalan diperoleh masing-masing konsentrasi logam berat timbal (Pb) yang memiliki nilai yang berbeda-beda. Rata-rata konsentrasi logam berat timbal (Pb) untuk perempatan jalan Kentungan ialah $0,042787 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan nilai yang tertinggi terjadi pada hari jumat (*weekdays*) dengan nilai konsentrasi sebesar $0,122164 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan yang terendah terjadi pada sabtu (*weekend*) dengan nilai konsentrasi sebesar $0,013192 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ sementara untuk di daerah Condong Catur didapatkan nilai konsentrasi rata-rata sebesar $0,0176675 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan nilai konsentrasi terbesar terjadi pada hari jumat (*weekdays*) sebesar $0,020843 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan nilai terendah terjadi pada hari ssabtu (*weekend*) sebesar $0,014832 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ berdeasarkan perhitungan yang telah dilakukan konsentrasi logam berat timbal (Pb)

3.3.2 Hasil Analisis Konsentrasi Kromium (Cr) pada TSP di Perempatan Kentungan dan Perempatan Condong Catur

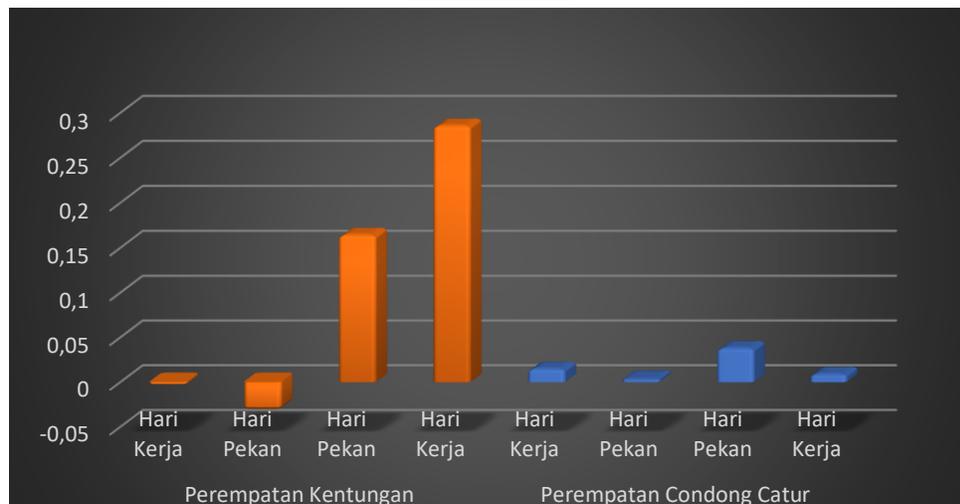


Gambar 3.6 hasil Perbandingan Kromium (Cr) dalam TSP diperempatan Kentungan dan condong catur

Hasil analisis destruksi sampel kertas filter dari masing-masing jalan diperoleh masing-masing konsentrasi logam berat kromium (Cr) yang memiliki nilai yang berbeda-beda. Rata-rata konsentrasi logam berat kromium (Cr) untuk perempatan jalan Kentungan ialah $0,0073 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan nilai yang tertinggi terjadi pada hari senin (*weekdays*) dengan nilai konsentrasi sebesar $0,016 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan yang terendah terjadi pada sabtu (*weekend*) dengan nilai konsentrasi sebesar $(-0,0006) \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ sementara untuk di daerah Condong Catur didapatkan nilai konsentrasi rata-rata sebesar $0,004575 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan nilai konsentrasi terbesar terjadi pada hari minggu (*weekend*) sebesar $0,0085 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan nilai terendah terjadi pada hari sabtu (*weekend*) sebesar $(-0,0012) \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan konsentrasi logam berat kromium (Cr) di jalan perempatan Kentungan memiliki tingkat

konsentrasi yang lebih tinggi ketimbang hasil konsentrasi kromium yang ada di perempatan Condong Catur.

3.3.3 Hasil Analisis Konsentrasi Seng (Zn) pada TSP di Perempatan Kentungan dan Perempatan Condong Catur



Gambar 3.7 hasil Perbandingan Seng (Zn) dalam TSP diperempatan Kentungan dan condong catur

Dari hasil analisis destruksi sampel kertas filter dari masing tempat pemngambilan sampel yang dilakukan di perempatan Kentungan dan perempatan Condong Catur diperoleh rata-rata konsentrasi logam berat seng (Zn) yang berbeda-beda, Untuk konsentrasi rata-rata di perempatan Kentungan didapatkan sebesar 0,1035 µg/ Nm dengan nilai konsentrasi tertinggi terjadi pada hari senin (*weekdays*) sebesar 0,2856 µg/ Nm³ dan yang terendah terjadi pada hari jumat (*weekdays*) dengan nilai konsentrasi sebesar (-0,0034) µg/ Nm³ dan sementara untuk di perempatan Condong Catur didapatkan hasil rata-rata konsentrasi seng (Zn) sebesar 0,016275 µg/ Nm³ dengan nilai konsentrasi tertinggi terjadi pada hari minggu (*weekend*) sebesar 0,0378 µg/ Nm³ dan konsentrasi terendah terjadi pada hari sabtu (*weekend*) dengan nilai konsentrasi sebesar 0,0038 µg/ Nm

3.4.1. Hasil Korelasi Faktor Meteorologis Suhu terhadap konsentrasi Timbal (Pb) pada *Total Suspended Particulate* (TSP) di Perempatan Kentungan dan Perempatan Condong Catur.

Koefesien korelasi yang didapatkan antara hubungan suhu dengan Pb seperti yang terlampir pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Korelasi Suhu dengan timbal (Pb) dalam TSP diperempatan Kentungan dan condong catur

No	x	y	(xy)	(x ²)	(y ²)
1	34,662	0,012	0,425	1201,489	0,001
2	30,851	0,013	0,406	951,722	0,004
3	32,025	0,016	0,524	1025,601	0,003
4	32,112	0,019	0,623	1031,213	0,008
5	30,437	0,020	0,634	926,441	0,005
6	30,425	0,014	0,451	925,680	0,002
7	28,575	0,019	0,549	816,530	0,003
8	32,775	0,015	0,516	1074,201	0,005
Jumlah	251,862	0,131	4,132	7952,878	0,001

Dari gambar tersebut diperoleh hasil nilai $r = -0,535$ yang dimana dalam hal ini menunjukkan hubungan lemah dan arah negative. Artinya semakin tinggi suhu udara maka semakin tinggi rendah konsentrasi timbal timbal (Pb) hasil uji korelasi pearson tersebut dikaitkan dengan nilai pedoman korelasi 0-0,5 korelasi lemah dalam hal ini

menunjukkan bahwa adanya korelasi lemah yang bermakna antara suhu udara dengan konsentrasi timbal (Pb)

3.4.2. Hasil Korelasi Faktor Meteorologis Tekanan Terhadap Konsentrasi Kromium (Cr) pada *Total Suspended Particulate (TSP)* di Perempatan Kentungan dan Perempatan Condong Catur.

Koefisien korelasi antara tekanan terhadap konsentrasi kromium (Cr) diperoleh nilai $r = -0,005$ hal ini menunjukkan hubungan tidak ada korelasi dan arah negative dimana tekanan tidak mempengaruhi nilai konsentrasi kromium (Cr) seperti pada tabel 3.2

Tabel 3.2 Korelasi Tekanan dengan kromium (Cr) dalam TSP diperempatan Kentungan dan condong catur

NO	x	y	(xy)	(x ²)	(y ²)
1	747,7	0,004	2,9908	559055,3	8,944
2	747,075	0,003	2,241	558121,1	5,023
3	747,175	0,017	12,701	558270,5	161,341
4	747	0,021	15,687	558009	246,082
5	747,027	0,008	5,976	558050,1	35,715
6	747,8	0,002	1,495	559204,8	2,236
7	747,8	0,012	8,973	559204,8	80,525
8	747,212	0,011	8,219	558326,5	67,554
Jumlah	5978,79	0,078	58,285	4468242	607,425

3.4.3. Hasil Korelasi Faktor Meteorologis Kelembapan Terhadap Konsentrasi Seng (Zn) pada *Total Suspended Particulate* (TSP) di Perempatan Kentungan dan Perempatan Condong Catur.

Koefisien korelasi kelembapan terhadap konsentrasi seng (Zn) diperoleh nilai $r = -0,18563$ hal ini menunjukkan hubungan yang lemah dan arah negative artinya semakin rendah kelembapan maka semakin rendah konsentrasi seng (Zn) seperti pada gambar 3.3

Tabel 3.3 Korelasi Kelembapan dengan Seng (Zn) dalam TSP diperempatan Kentungan dan condong catur

NO	x	y	(xy)	(x ²)	(y ²)
1	53	0,085	4,505	2809	0,007
2	63,875	0,057	3,641	4080,016	0,003
3	64,125	0,021	1,346	4112,016	0,005
4	62,5	0,375	23,437	3906,25	0,140
5	70,75	0,246	17,404	5005,563	0,060
6	72,375	0,127	9,191	5238,141	0,016
7	75,5	0,464	35,032	5700,25	0,215
8	56,625	0,182	10,305	3206,391	0,033
Jumlah	518,75	1,557	104,863	34057,63	0,476

Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi seng tidak terlalu signifikan pengaruhnya yang di sebabkan oleh kelembapan menyebabkan rendah nya konsentrasi seng (Zn)

3.4.4. Hasil Korelasi Faktor Meteorologis Kecepatan Angin Terhadap Konsentrasi Timbal (Pb) pada *Total Suspended Particulate* (TSP) di Perempatan Kentungan dan Perempatan Condong Catur.

Koefisien korelasi antara kecepatan angin dengan konsentrasi timbal (Pb) diperoleh nilai $r = 0,617$ menunjukkan hubungan yang sangat kuat dan arah positif yang artinya semakin tinggi kecepatan angin maka semakin tinggi tingkat konsentrasi timbal seperti yang tertera pada Tabel 3.4

Tabel 3.4 Korelasi kecepatan angin dengan timbal (Pb) dalam TSP diperempatan Kentungan dan condong catur

NO	x	y	(xy)	(x ²)	(y ²)
1	4,787	0,014	0,0701	22,921	0,002
2	5,287	0,013	0,072	27,957	0,002
3	5,137	0,011	0,060	26,393	0,003
4	5,475	0,016	0,089	29,975	0,003
5	6,075	0,016	0,099	36,905	0,002
6	5,751	0,019	0,111	33,062	0,004
7	5,701	0,016	0,092	32,49	0,003
8	6,087	0,016	0,100	37,057	0,002
Jumlah	44,3	0,125	0,697	246,763	0,021

Hal ini menunjukkan bahwa hubungan sangat signifikan antara kecepatan angin dengan tingkat konsentrasi timbal (Pb) sehingga konsentrasi timbal yang tinggi terjadi karena makin tinggi kecepatan angin maka pengenceran dan penyebaran polutan dari sumber emisi di atmosfer semakin besar dan sebaliknya.

4. Kesimpulan

1. Konsentrasi logam berat (Pb,Cr,Zn) dalam TSP yang telah dilakukan di perempatan Kentungan dan Condong Catur memiliki perbedaan yang signifikan yang dimana tingkat konsentrasi yang didapatkan menunjukkan nilai konsentrasi yang tertinggi terdapat di daerah perempatan Kentungan hal ini dipengaruhi oleh factor tingkat kendaraan yang lebih tinggi ketimbang didaerah Condong Catur disisi lain hal ini dipengaruhi juga oleh ada nya proyek pembangunan underpass yang terjadi di perempatan Kentungan.

2. Sebagian besar dari factor meteorologis mempunyai hubungan dengan tingkat konsentrasi logam berat dalam TSP seperti hal nya untuk suhu memiliki hubungan dengan tingkat konsentrsi kromium (Cr) dan seng (Zn) sementara untuk tekanan udara meliki hubungan dengan tingkat konsentrasi logam berat timbal (Pb) akan tetapi meliki hubungan yang lemah dan untuk hubungan korelasi antara kelembapan memiliki hubungan yang cukup kuat seperti kuatnya hubungan kelembapan dengan tingkat konsentrasi kromium (Cr) dan dengan tingkat konsentrasi timbal (Pb) memiliki hubungan yang lemah. Untuk sementara itu hubungan antara kecepatan angin memiliki hubungan yang sangat kuat antara timbal (Pb) kecepatan angin. dan memiliki hubungan yang sangat kuat juga dengan tingkat konsentrasi seng (Zn) akan tetapi meliki arah yang berlawanan (Negatif)

DAFTAR PUSTAKA

- Ardyanto, Denny. 2005. **Deteksi Pencemaran Logam Berat dalam Darah Masyarakat yang Terpajan Timbal (Plumbum)**. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. **Volume 2**. Nomor 1. halaman 67 – 76.
- Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Jakarta. 2013. **Zat – zat Pencemar Udara**.
- Badan Pusat Statistik. 2017. **Kota Yogyakarta dalam Angka Tahun 2017**. Penerbit Haksoro. Yogyakarta.
- Budiyono, Afif. 2001. **Pencemaran Udara : Dampak Pencemaran Udara pada Lingkungan**. *Jurnal LAPAN : Berita Dirgantara*. **Volume 2**. Nomor 1.
- Chen, P., Bi, X., Zhang, J., Wu, J., Feng, Y. 2015. **Assessment of Heavy Metal Pollution Characteristics and Human Health Risk of Exposure to Ambient PM 2.5 in Tianjin, China**. *Journal Particuology* 20. halaman 104-109.
- Gindo ,S. A., Hari H., B. 2007. **Pengukuran Partikel Udara Ambien (TSP, PM10, PM2,5) di Sekitar Calon Lokasi PLTN Semenanjung Lemahabang**. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengolahan Limbah VI*. Pusat Teknologi Limbah Radio Aktif-BATAN.
- Keputusan Gubernur Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 153 Tahun 2002 Tentang Baku Mutu Udara Ambien di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Kementrian Kesehatan. 2012. **Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)**. Direktorat Jendral PP dan PL.