

**PENGUKURAN KONSENTRASI PARTIKEL ULTRAFINE
PADA UDARA BEBAS DI LINGKUNGAN UNIVERSITAS
BRAWIJAYA MALANG**

SKRIPSI

oleh :

IKA AYU ARDHANI

0710930029-93



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2011**

**PENGUKURAN KONSENTRASI PARTIKEL ULTRAFINE
PADA UDARA BEBAS DI LINGKUNGAN UNIVERSITAS
BRAWIJAYA MALANG**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
dalam bidang Fisika

oleh :

IKA AYU ARDHANI

0710930029-93



JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2011

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PENGUKURAN KONSENTRASI PARTIKEL ULTRAFINE
PADA UDARA BEBAS DI LINGKUNGAN UNIVERSITAS
BRAWIJAYA MALANG**

oleh :
IKA AYU ARDHANI
0710930029-93

Telah dipertahankan di depan Majelis Penguji pada
tanggal.....
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Fisika

Pembimbing I

Pembimbing II

Drs.Arinto Yudi W,M.Sc,Ph.D
NIP.196 407 021 989 031 001

Drs.Unggul P. Juswono,M.Sc
NIP.196 501 111 990 021 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Drs.Adi Susilo,M.Si,Ph.D
NIP.196 312 271 991 031 002

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ika Ayu Ardhani
NIM : 0710930029
Jurusan : Fisika
Penulis Skripsi berjudul :

PENGUKURAN KONSENTRASI PARTIKEL ULTRAFINE PADA UDARA BEBAS DI LINGKUNGAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam Skripsi ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil penjiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang,.....

Yang menyatakan,

Ika Ayu Ardhani
NIM. 0710930029

PENGUKURAN KONSENTRASI PARTIKEL ULTRAFINE PADA UDARA BEBAS DI LINGKUNGAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG

ABSTRAK

Partikel ultrafine adalah partikel halus yang memiliki ukuran kurang dari 0,1 μm . Salah satu sumber penghasil partikel ultrafine adalah dari proses pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor. Peningkatan jumlah mahasiswa di Universitas Brawijaya akan berpengaruh terhadap jumlah kendaraan yang hilir-mudik di lingkungan Universitas Brawijaya, sehingga dilakukan penelitian mengenai hubungan jumlah kendaraan bermotor dengan konsentrasi partikel ultrafine. Pada pengukuran ini digunakan alat P-Track *ultrafine particle counter* model 8525.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi partikel ultrafine yang berada di jalan utama Universitas Brawijaya pada hari aktif berkisar antara $1,5 \times 10^4 - 2,5 \times 10^4$ partikel/ cm^3 dengan jumlah kendaraan berkisar antara 7.000-10.000 kendaraan (mobil dan sepeda motor). Konsentrasi partikel ultrafine yang terukur pada hari aktif ini nilainya tiga kali lebih besar dari pada konsentrasi partikel ultrafine yang terukur pada hari libur. Besarnya konsentrasi partikel ultrafine yang terukur pada lingkungan Universitas Brawijaya sebanding dengan jumlah total kendaraan bermotor yang melintas dengan kelinieran sebesar 0,852.

Kata kunci: partikel ultrafine, kendaraan bermotor, konsentrasi, P-Track

PENGUKURAN KONSENTRASI PARTIKEL ULTRAFINE PADA UDARA BEBAS DI LINGKUNGAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG

ABSTRACT

Ultrafine particles are particles having diameter less than 0,1 μm . Motor vehicle is a producer of ultrafine particles. Increasing number of University Brawijaya's students significantly adds amount of the vehicles passing through the university. Regarding the emission, the measurements of ultrafine particles were conducted in order to study the relationship between the amount of vehicles and the emitted ultrafine particles. The measurements used a P Track *ultrafine particle counter* model 8525.

The results showed that the concentration of ultrafine particles in the range of $1,5 \times 10^4 - 2,5$ paticle/ cm^3 , related to the amount of the vehicles between 7.000 and 10.000. The ultrafine particle concentrations were found three times higher on workdays rather than on weekend. The particle concentrations were proporsional to the amount of the vehicles with the linierity of 0,852.

Keyword : ultrafine particles, motor vehicle, concentration, P-Track

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-NYA, sehingga saya dapat menyelesaikan SKRIPSI dengan judul **“PENGUKURAN KONSENTRASI PARTIKEL ULTRAFINE PADA UDARA BEBAS DI LINGKUNGAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Fisika di Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang.

Dalam kesempatan ini, dengan penuh kerendahan hati saya mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan membimbing saya baik berupa pengarahan, informasi, bimbingan dan tenaga selama pelaksanaan penelitian serta dalam proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak, Ibu, dan segenap keluarga atas semua yang telah diberikan baik secara materiil maupun secara spiritual yang berupa do'a, semangat, motivasi, dan dukungannya selama ini.
3. Drs.Arinto Yudi W,M.Sc,Ph.D selaku pembimbing I atas semua bimbingan dan pengarahan yang beliau berikan selama proses pelaksanaan dan penyusunan Skripsi ini.
4. Drs.Unggul P. Juswono,M.Sc selaku pembimbing II atas segala bentuk bimbingan yang telah diberikan.
5. Para penguji yang telah memberikan masukan dan pengarahan demi kesempurnaan skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu dosen, laboran, serta karyawan tata usaha jurusan Fisika Universitas Brawijaya atas segala bantuan dan pelajaran yang telah diberikan.

7. Teman-teman sekalian yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian dan memberikan saya banyak pengalaman serta pelajaran yang berharga.
8. Semua pihak yang terlibat dalam pengerjaan skripsi ini baik secara langsung dan tidak langsung yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Akhir kata saya mohon maaf atas semua bentuk kekurangan dalam segala hal, khususnya dalam penyusunan skripsi ini. Saran dan kritik yang sifatnya membangun dan menyempurnakan penulis harapkan agar nanti akan lebih baik dalam kedepannya.



Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL -----	i
LEMBAR PENGESAHAN -----	ii
LEMBAR PERNYATAAN -----	iii
ABSTRAK -----	iv
ABSTRACT -----	v
KATA PENGANTAR -----	vi
DAFTAR ISI -----	viii
DAFTAR GAMBAR -----	x
DAFTAR TABEL -----	xi
DAFTAR LAMPIRAN -----	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang -----	1
1.2 Rumusan Masalah -----	3
1.3 Batasan Masalah -----	3
1.4 Tujuan Penelitian -----	4
1.5 Manfaat Penelitian -----	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Jumlah Mahasiswa dan Karyawan Universitas Brawi- jaya -----	5
2.2 Udara Bebas -----	6
2.3 Emisi -----	8
2.3.1 Pengertian emisi -----	8
2.3.2 Faktor emisi -----	9
2.3.3 Emisi kendaraan bermotor -----	10
2.4 Partikulat Matter (PM) -----	11
2.5 Partikel Ultrafine (UFP) -----	13
2.6 Pembentukan Partikel -----	14
2.7 Kendaraan di Indonesia -----	15
2.8 Dampak Yang di Timbulkan Oleh Parikulat -----	16
2.8.1 Dampak terhadap lingkungan -----	16
2.8.2 Dampak terhadap kesehatan -----	16

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian -----	21
3.2 Alat dan Bahan Penelitian -----	21
3.3 Metode Penelitian -----	21
3.3.1 Identifikasi masalah -----	23
3.3.2 Studi literatur -----	23
3.3.3 Penentuan waktu pengukuran -----	23
3.3.4 Persiapan alat -----	23
3.3.5 Pengambilan data -----	25
3.3.6 Pengolahan data -----	27
3.3.7 Analisa data -----	28

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengukuran Suhu dan Kecepatan Angin Daerah Penelitian -----	29
4.2 Hasil Pengukuran Konsentrasi Partikel Ultrafine Dan Jumlah Kendaraan Yang Melintas Tiap 5 Menit -----	30
4.3 Hubungan Konsentrasi Partikel Ultrafine dan Jumlah Kendaraan Yang Melintas Tiap 1 Jam -----	43
4.4 Konsentrasi Partikel Ultrafine Per-Hari -----	47
4.5 Perbandingan Konsentrasi Partikel Ultrafine Dengan Penelitian Sebelumnya -----	49

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan -----	51
5.2 Saran -----	51

DAFTAR PUSTAKA -----	53
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN-LAMPIRAN -----	59
--------------------------------	-----------

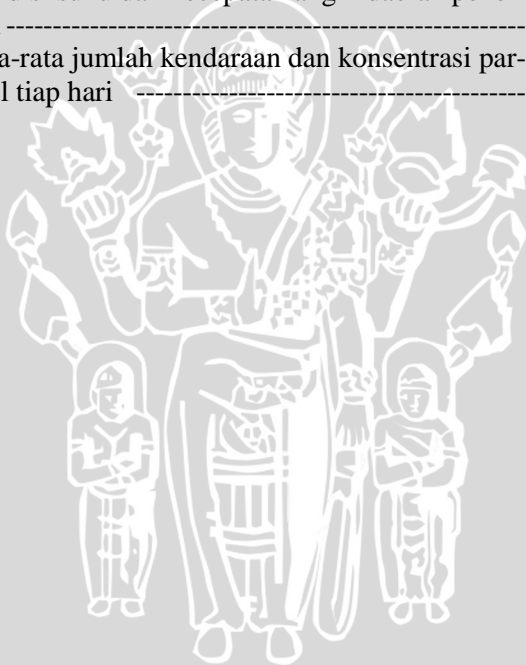
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Perkembangan jumlah mahasiswa terdaftar tahun 2005 -2009 -----	5
Gambar 2.2 Klasifikasi partikulat -----	12
Gambar 2.3 Proses deposisi partikulat dalam keadaan kering dan basah -----	17
Gambar 3.1 Lokasi pengambilan data -----	21
Gambar 3.2 Diagram alir penelitian -----	22
Gambar 3.3 Prinsip kerja P-track <i>ultrafine particle counter</i> model 8525 -----	25
Gambar 3.4 Alat yang digunakan dan posisi pengambilan data -----	26



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Baku mutu udara bebas di Indonesia -----	6
Tabel 2.1 Baku mutu udara bebas di beberapa Negara yang ada di Dunia-----	7
Tabel 2.3 Faktor emisi polutan -----	9
Tabel 2.3 Faktor emisi polutan -----	9
Tabel 2.4 Toksisitas polutan udara -----	10
Tabel 2.5 Emisi kendaraan bermotor -----	15
Tabel 2.6 Ukuran partikulat dan sasarannya pada manusia -	18
Tabel 4.1 Kondisi suhu dan kecepatan angin daerah peneli- tian -----	29
Tabel 4.2 Rata-rata jumlah kendaraan dan konsentrasi par- tikel tiap hari -----	29



DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1.	Foto keadaan lingkungan UB dan pengambilan data-----	59
Lampiran 2.	Data jumlah kendaraan, konsentrasi partikel ultrafine, suhu dan kecepatan angin -----	61
Lampiran 3.	Data jumlah kendaraan dan konsentrasi partikel ultrafine tiap jam -----	78
Lampiran 4.	Data pengukuran P-Track untuk hari aktif -----	81
Lampiran 5.	Data pengukuran P-Track untuk hari libur-----	87



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Belakangan ini masalah umum yang paling sering disoroti yaitu masalah pencemaran dan kualitas udara, khususnya di daerah padat penduduk. Pada awalnya pencemaran udara merupakan masalah yang alami, di mana peristiwa pencemaran yang terjadi akibat dari peristiwa alam yang mana udara yang tercemar suatu saat dapat kembali seperti semula (memulihkan diri secara alami). Namun saat ini masalah pencemaran udara tidak dapat dikatakan sebagai peristiwa yang alami karena pencemaran yang terjadi sebagian besar diakibatkan karena ulah manusia seperti pencemaran udara akibat dari proses pertambangan, industri (Stewart and Esquire, 2007), pembakaran biomassa (Meyer, et al, 2007) maupun pembakaran langsung seperti pembakaran sisa hasil pertanian, pembakaran plastik, bangkai hewan, api perkemahan (Lemieux, et al, 2003), dan juga dapat berasal dari proses pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor (Maricq, 2007).

Berdasarkan pada data Badan Pusat Statistik Republik Indonesia, perkembangan jumlah kendaraan bermotor (mobil penumpang, bus, truk, dan sepeda motor) dari tahun 1987 sampai tahun 2009 terus mengalami peningkatan. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang terjadi dari tahun 1987 sampai tahun 2009 sebesar 785,98% (dari jumlah kendaraan bermotor 7.981.480 unit tahun 1987 menjadi 70.714.569 unit pada tahun 2009), dengan rata-rata peningkatan jumlah kendaraan bermotor tiap tahunnya sebesar 21,22% (BPS, 2009). Dengan adanya peningkatan jumlah kendaraan bermotor, berarti meningkat pula jumlah gas buang hasil proses pembakaran bahan bakar yang dilepaskan ke udara. Proses pembakaran bahan bakar dalam kendaraan bermotor akan menghasilkan sulfur dioksida (SO_2), ozon troposferik, ammonia (Carmichael, et al, 2003), nitrogen dioksida (NO_2), dan partikulat (PM) (Baldasano, et al, 2003). Jika udara sudah tercemar maka kita juga akan menghirup sedikit banyak bahan-bahan kimia yang berbahaya karena rata-rata orang dewasa menghirup udara lebih dari 3.000 galon ($11,4 \text{ m}^3$) setiap harinya (Kusminingrum, 2000), dan sudah tentu hal ini akan mempengaruhi sistem kerja tubuh.

Dari berbagai macam bahan-bahan hasil dari proses pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor yang dilepaskan ke udara bebas, yang perlu diperhatikan yaitu partikulat. Partikulat merupakan partikel halus yang ada di udara dengan berbagai ukuran dan kandungan zat kimia. Partikulat dapat dilihat dalam bentuk asap, debu, dan dapat berupa aerosol (Lestari, 2007). Partikulat perlu diperhatikan karena partikulat di udara melayang-layang dalam kurun waktu tertentu dan dapat menempuh jarak yang jauh jika tertiup angin serta dapat mengendap di tanah atau larut dalam air (Wordpress^c, 2010), selain itu partikulat juga dapat mengganggu kesehatan jika terhirup dan mengendap di dalam tubuh manusia khususnya partikulat dalam ukuran kecil (partikel ultrafine/ PM_{0,1}) (Gindo dan Hari, 2007).

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Muraleedharan, et al (2000) yang dilaksanakan pada tahun 1999 mengenai pengukuran partikel dengan ukuran <10µm di lingkungan sekolah Brunai, diketahui bahwa jumlah rata-rata partikel dengan ukuran <10µm tiap 24 jam memiliki nilai yang sangat tinggi yaitu 175,2 µg/m³ atau 75% dari frekuensi kumulatif partikel dengan ukuran 0,1-0,8 µm. Selain itu, dari penelitian Yu Hsiang Cheng, et al (2011) mengenai pengukuran partikel ultrafine yang bertempat di terminal bus Taipei dengan background partikel 1,0x10⁴ partikel/cm³, didapatkan hasil pengukuran partikel dengan nilai rata-rata tiap 24 jam sebesar 7,5x10³-3,5x10⁴ partikel/cm³.

Menyoroti masalah partikulat yang dilepaskan oleh kendaraan bermotor, salah satu tempat selain jalan raya yang kemungkinan mempunyai kandungan partikulat yang tinggi yaitu lingkungan universitas karena lingkungan ini ditempati oleh karyawan dan mahasiswa yang sebagian besar hilir-mudik dengan menggunakan kendaraan bermotor. Oleh karena itu penulis melaksanakan pengukuran konsentrasi partikulat khususnya partikel ultrafine yang ada di udara bebas Universitas Brawijaya karena partikel ultrafine memiliki ukuran yang kecil dan memiliki waktu melayang di udara lebih lama dari pada partikel lain. Pemilihan Universitas Brawijaya Malang disebabkan karena tiap tahunnya jumlah mahasiswa Universitas Brawijaya terus meningkat. Berdasarkan catatan biro administrasi perencanaan dan sistem informasi Universitas Brawijaya tiap tahun terjadi peningkatan

jumlah mahasiswa, dimana jumlah mahasiswa pada tahun 2007 sebanyak 23.087, pada tahun 2008 jumlah mahasiswa yang tercatat sebanyak 25.324, tahun 2009 jumlah mahasiswa Universitas Brawijaya sebanyak 27.843 dan jumlah mahasiswa pada tahun 2011 sekitar 40.000 mahasiswa (Biro Administrasi Perencanaan Dan Sistem Informasi UB, 2009). Jika dilihat secara umum, peningkatan jumlah mahasiswa di Universitas Brawijaya tiap tahunnya juga berdampak pada jumlah kendaraan yang hilir-mudik di lingkungan Universitas Brawijaya. Karena semakin banyak jumlah karyawan dan mahasiswa berarti semakin banyak pula kendaraan yang hilir-mudik. Akibat dari adanya peningkatan jumlah kendaraan ini, maka kualitas udara yang berada di lingkungan Universitas Brawijaya juga akan mengalami perubahan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengukuran kualitas udara khususnya mengenai konsentrasi partikel ultrafine yang berada di udara bebas Universitas Brawijaya. Untuk mengetahui jumlah partikel ultrafine yang ada di udara bebas dapat dilakukan pengukuran dengan berbagai macam metode, salah satunya yaitu menggunakan suatu alat yang dinamakan *Ultrafine Particle Counter (UPC) p-track*.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini yaitu berapa besar konsentrasi partikel ultrafine yang ada di lingkungan Universitas Brawijaya (jalan utama) akibat emisi dari kendaraan bermotor, serta bagaimana hubungan antara jumlah kendaraan bermotor dengan konsentrasi partikel ultrafine yang ada di udara bebas.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi oleh beberapa hal, yang pertama yaitu partikulat yang diukur adalah partikel ultrafine dengan ukuran $<0,1\mu\text{m}$. Batasan yang kedua yaitu penelitian dilakukan di jalan utama Universitas Brawijaya (Bundaran Universitas Brawijaya) dan dilakukan pada jam kerja. Serta batasan yang ketiga yaitu alat yang digunakan untuk mengukur konsentrasi partikel ultrafine adalah *P-Track Ultrafine Particle Counter (UPC) model 8525*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu untuk menentukan berapa besar konsentrasi partikel ultrafine yang ada pada udara bebas di lingkungan (jalan utama) Universitas Brawijaya serta untuk menentukan bagaimana korelasi antara konsentrasi partikel ultrafine yang ada di udara bebas dengan jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu wilayah.

1.5 Manfaat Penelitian

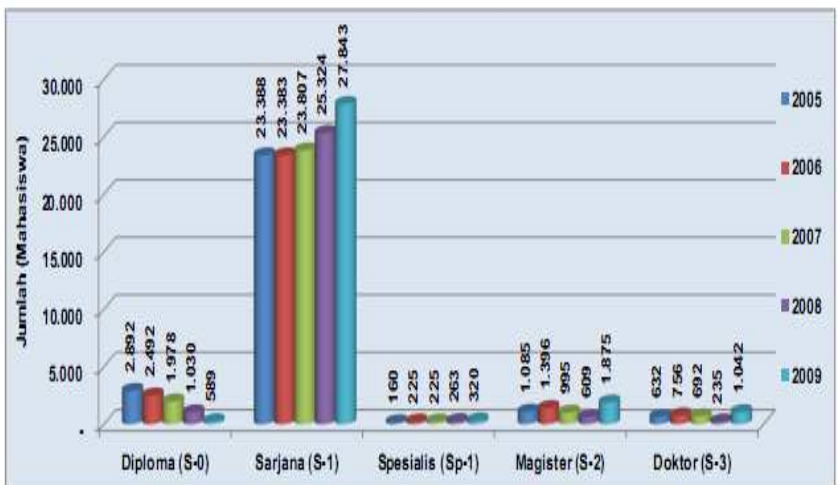
Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk menentukan jumlah partikel dengan ukuran $<0,1\mu\text{m}$ (*ultrafine particles*) yang ada di lingkungan Universitas Brawijaya dan menentukan bagaimana korelasi antara jumlah kendaraan yang melintasi suatu wilayah dengan konsentrasi partikel ultrafine, serta dapat memberikan gambaran seberapa besar pencemaran udara yang terjadi di lingkungan Universitas Brawijaya yang mana nantinya dapat digunakan untuk mengambil kebijakan lebih lanjut kedepannya.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jumlah Mahasiswa dan Karyawan Universitas Brawijaya

Universitas Brawijaya memiliki jumlah dosen yang tercatat sampai pada tahun 2009 sebanyak 1.484 orang dan jumlah karyawan/tenaga administrasi sebanyak 964 orang. Sedangkan untuk jumlah mahasiswa Universitas Brawijaya tiap tahunnya selalu mengalami peningkatan. Hal ini dikarenakan jumlah penerimaan mahasiswa baru yang selalu bertambah dan mahasiswa lama yang tiap angkatannya sedikit banyak ada yang tidak dapat menyelesaikan masa studi tepat pada waktunya. Selama 5 tahun terakhir, jumlah mahasiswa terdaftar (JMT) Universitas Brawijaya selalu mengalami peningkatan, dimana peningkatan jumlah mahasiswa pada tahun 1999/2000 sebesar 13,54%, pada tahun 2000/2001 sebesar 8,11%, tahun 2002/2003 sebesar 4,13% dan pada tahun 2003/2004 terjadi jumlah peningkatan mahasiswa sebesar 3,19% dari JMT tahun sebelumnya (Wikipedia^b, 2011). Berikut grafik peningkatan jumlah mahasiswa Universitas Brawijaya tahun 2005-2009 (Biro Administrasi Perencanaan Dan Sistem Informasi UB, 2009):



Gambar 2.1 Perkembangan jumlah mahasiswa terdaftar tahun 2005-2009

Dari jumlah total mahasiswa dan karyawan Universitas Brawijaya, sebagian besar menggunakan kendaraan bermotor dalam melakukan tugas dan kegiatan belajar-mengajar. Dengan bertambahnya jumlah mahasiswa tiap tahunnya berarti bertambah pula jumlah kendaraan bermotor yang hilir-mudik di kawasan Universitas Brawijaya dan hal ini membuat kualitas udara yang berada di lingkungan Universitas Brawijaya juga mengalami perubahan.

2.2 Udara Bebas

Udara bebas adalah udara yang ada di permukaan bumi yang terletak pada lapisan troposfer, dimana udara ini dibutuhkan dan dapat mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup, dan unsur lingkungan hidup lainnya. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah No.41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, disebutkan bahwa baku mutu udara bebas adalah ukuran batas atau kadar zat, energi dan atau komponen yang ada atau yang seharusnya ada dan unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam udara bebas. Berdasarkan peraturan ini, baku mutu udara bebas yang ada di Indonesia untuk beberapa parameter ditunjukkan sebagai berikut (Sinaga, dkk, 2006):

Tabel 2.1 Baku mutu udara bebas di Indonesia

Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Metoda Analisis
Sulfur Dioksida	24 jam	0,10 ppm	Para-rosalin
Oksida Nitrogen	8 jam	20 ppm	Non Dispersive Infra Red (NDIR)
Oksidan	24 jam	0,05 ppm	Saltzman
Debu/partikulat	1 jam	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Chemiluminescent
Timah Hitam	24 jam	0,26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Gravimetri

Untuk keadaan di beberapa negara lain, kualitas udara disuatu negara akan dimonitoring secara berkala. Di mana untuk mengetahui kualitas udara di daerah tersebut maka ditetapkan suatu standart untuk beberapa polutan yang ada di udara seperti nitrogen dioksida (NO_2), sulfur dioksida (SO_2), *particulate matter* (seperti TSP, PM_{10} , atau asap hitam), dan kandungan terendah ozon (O_3) yang diukur

secara berkala. Tabel 2.2 berikut merepresentasikan standar kualitas udara yang ada dari beberapa negara yang ada di dunia (Baldasano, et al, 2003):

Tabel 2.2 Baku mutu udara bebas di beberapa negara yang ada di dunia (data dalam $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Area	SO ₂			NO ₂			PM ₁₀		Ozone	
	1 th	24 jam	1 jam	1 th	24 jam	1 jam	1 th	24 jam	8 jam	1 jam
Eropa	20	125	350	30		200	40	50	120	180
Mexico	79	341		300	1000					165
USA	80	365	1300	100			50	150	157	235
Argentina	70		2620		282	846				195
Bolivia	80	365		100		320	50	150		263
Colombia	100	400	1500		100					160
Brunei	50	125	350		100	300	60	100	60	120
Jepang		110	260		80		100	200		120
Thailand	100	300	780			320	50	120		200
Australia	57		715			301				244
New Zealand	50	125	350		100	300	40	120	100	150

Berbagai macam zat pencemar yang berada di udara dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis. Jika ditinjau berdasarkan pada proses pembentukannya, zat pencemar di udara bebas dapat dibedakan menjadi zat pencemar primer dan zat pencemar sekunder. Zat pencemar primer merupakan zat pencemar yang terbentuk di sumber emisinya seperti SO₂ dan NO_x yang terbentuk dalam alat

pembakaran kendaraan bermotor. Sedangkan zat pencemar sekunder merupakan zat pencemar yang terbentuk di atmosfer. Zat ini merupakan produk dari reaksi kimia beberapa zat pencemar (seperti senyawa oksidan dan ozon). Sedangkan jika ditinjau berdasarkan pada fasanya, zat pencemar dapat dibedakan menjadi aerosol atau partikulat (debu) dan zat pencemar yang berupa gas (Irsyad, 2001).

2.3 Emisi

2.3.1 Pengertian emisi

Emisi dapat diartikan sebagai zat, energi, atau komponen lain yang dihasilkan dari kegiatan yang masuk atau dilepaskan ke udara bebas. Emisi dapat berupa cairan, gas, atau partikel (SNI, 2005). Emisi gas buang merupakan sisa hasil pembakaran bahan bakar yang terjadi di dalam mesin pembakaran, baik itu mesin pembakaran dalam, mesin pembakaran luar, maupun mesin jet, yang mana sisa hasil pembakaran ini dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin. Emisi gas buang yang dihasilkan dapat berupa senyawa nitrogen oksida (NO_x), partikulat/ debu (Beddows and Harrison, 2008), air (H_2O), gas CO (karbon monoksida) yang beracun, gas CO_2 (karbon dioksida), HC yang merupakan senyawa hidrat arang yang dihasilkan dari pembakaran yang tidak sempurna, senyawa sulfur (SO_x), dan juga timbal/ Pb (Wikipedia^c, 2011). Selain itu, kendaraan bermotor juga mengemisikan elemen lain seperti Fe, Ca, Mg, Li, Zn, dan Mn (Grieshop, et al, 2006).

Secara umum emisi dapat dibedakan menjadi dua yaitu emisi langsung dan emisi tidak langsung. Dimana emisi langsung merupakan emisi yang keluar dari aktivitas atau sumber dalam ruang batas yang ditetapkan. Misalnya emisi CO_2 dari kendaraan bermotor. Sedangkan emisi tidak langsung merupakan hasil dari aktivitas di dalam ruang batas yang tidak ditetapkan. Berdasarkan pada faktor geografis, emisi dapat dibedakan menjadi emisi on site (emisi yang terjadi di lokasi aktifitas atau proyek) dan emisi off site (emisi yang dihasilkan dari aktivitas di tempat lain) (Wordpress^a, 2010).

2.3.2 Faktor emisi

Faktor emisi merupakan jumlah polutan yang diemisikan dalam suatu aktivitas, misalnya dalam mengendarai sepeda dalam beberapa kilometer atau jumlah polutan yang diemisikan per unit bahan bakar yang digunakan. Faktor emisi adalah nilai yang digunakan untuk menghubungkan jumlah partikulat yang diemisikan dari suatu kegiatan yang berhubungan dengan sumber polutan. Pada kenyataannya, faktor emisi kendaraan bermotor bergantung pada jenis kendaraan, bahan bakar yang digunakan, proses pembakaran, cara perawatan kendaraan, cara mengendarai, kecepatan dalam mengendarai, dan keadaan meteorologi lingkungan (Morawska, et al, 2008). Berikut adalah beberapa contoh dari faktor emisi polutan yang dihasilkan oleh kegiatan pembakaran (Wordpress^b, 2010):

Tabel 2.3 Faktor emisi polutan

Polutan	Sumber	Faktor Emisi	Satuan
Partikulat Matter (PM)	Boiler industri kecil pada pembakaran gas alam	6,2	kg/10 ⁶ m ³
	Boiler komersil pada pembakaran gas alam	4,5	kg/10 ⁶ m ³
CO ₂	Minyak Tanah	2,5359	kg CO ₂ /ltr
	Gas cair (LPG)	3	kg CO ₂ /ltr
N ₂ O	Mobil penumpang berbahan bakar bensin	0,0288	g/km
NO _x	Kendaraan penumpang-bensin	21,35	g/ltr
	Kendaraan penumpang-diesel	11,86	g/ltr
	Sepeda motor	7,12	g/ltr
CO	Pembakaran batu bara pada pembangkit listrik	0,5	lb/ton batu bara
	Vehicle-diesel LGV	0,46	g/km
SO ₂	Pembakaran sampah terbuka	8,1	g/kg

2.3.3 Emisi kendaraan bermotor

Emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor terdiri dari beberapa jenis senyawa kimia, di mana senyawa kimia yang dihasilkan bergantung kepada jenis mesin, jenis bahan bakar, alat pengendali emisi bahan bakar, suhu operasi, dan bagaimana cara mengemudi. Jika dilihat dari bahan bakar yang digunakan, bahan bakar yang berupa bensin dan bahan bakar yang berupa solar menghasilkan pencemar yang sama, hanya yang membedakan yaitu jumlah bahan pencemar yang dihasilkan. Emisi utama yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor yaitu sulfur oksida (SO_x), ammonia, ozon (Carmichael, et al, 2003), nitrogen (N), partikulat/PM (Baldasano, et al, 2003), hidrokarbon (HC), dan karbon monoksida (CO). Dari berbagai macam emisi yang dilepaskan oleh kendaraan bermotor, masing-masing jenis zat diemisikan memiliki toksisitas yang berbeda-beda. Berdasarkan pada nilai toksisitas tersebut, polutan yang paling berbahaya bagi kesehatan manusia yaitu polutan dalam bentuk partikel karena polutan ini mempunyai nilai toksisitas yang tinggi. Berikut merupakan tabel yang menyajikan toksisitas dari polutan yang diemisikan kendaraan bermotor (Hidayati, 2009):

Tabel 2.4 Toksisitas polutan udara

Polutan	Level Toleransi		Toksisitas Relatif
	Ppm	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
CO	32,0	40.000	1,00
HC	-	19.300	2,07
SO_x	0,50	1.430	28,0
NO_x	0,25	514	77,8
Partikel	-	375	106,7

2.4 Partikulat Matter (PM)

Partikulat Matter (PM) merupakan suatu material halus dalam bentuk solid maupun yang tersuspensi di udara. Total konsentrasi massa dari keseluruhan partikulat yang berada di udara disebut sebagai TSP atau *Total Suspended Particle*. Partikulat sebagian besar dihasilkan dari kegiatan manusia (Ansusanto dan Yulianti, 2003). Partikulat yang berada di udara merupakan suatu campuran yang sangat rumit dari berbagai senyawa organik dan senyawa anorganik yang tersebar di udara. Kandungan senyawa antara partikulat yang satu dengan partikulat yang lainnya berbeda-beda. Perbedaan ini bergantung pada ukuran partikulat, bentuk partikulat, dan sumber yang mengemisikan partikulat tersebut. Partikulat dapat terbentuk dari campuran heterogen zat cair dengan sulfur oksida yang bersifat korosif terhadap barang-barang logam. Selain itu, partikulat yang tersuspensi di udara dapat melayang-layang secara bebas dalam waktu tertentu (waktu hidup partikulat), di mana waktu ini bisa dalam hitungan detik sampai beberapa bulan (Faisal dan Ulfah, 2009).

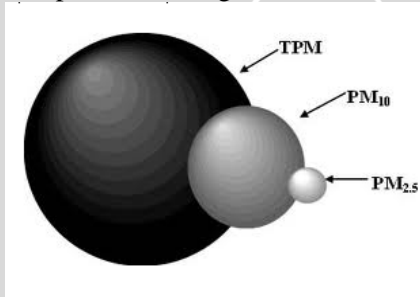
Partikulat yang berada di udara merupakan suatu sistem yang unik di mana partikulat memiliki karakteristik yang berbeda-beda, karakteristik yang dimiliki oleh masing-masing partikulat bergantung pada (Wiedy, 2010):

- a. Ukuran partikulat, distribusi partikulat, bentuk, densitas, adhesi dan kohesi partikulat, korosifitas, reaktifitas dan toksisitas partikulat.
- b. Karakteristik gas pembawa yang mencakup tekanan, temperatur, viskositas, kelembapan, dan komposisi kimia gas pembawa.
- c. Karakteristik sumber atau proses bagaimana partikulat itu dihasilkan, yang mencakup laju alir gas, konsentrasi partikulat pada aliran gas dan peralatan pengendali pencemaran udara.

Jika diklasifikasikan berdasarkan pada proses terbentuknya, partikulat dapat dibedakan menjadi empat jenis yaitu uap yang merupakan hasil kondensasi. Partikulat uap memiliki ukuran diameter kurang dari 0,1 mikron. Kedua yaitu asap yang merupakan partikulat karbon yang sangat halus dengan ukuran diameter kurang dari 0,5 mikron. Selanjutnya debu, di mana partikulat debu merupakan bagian dari aerosol dan biasanya berwujud padat dengan

bentuk irreguler berdiameter lebih besar dari 1 mikron. Klasifikasi yang terakhir berupa *coarse particle*. *Coarse particle* adalah debu dari udara bebas dengan ukuran diameter lebih besar dari 2,5 mikron. Partikulat ini terbentuk dari proses mekanik dan dari permukaan debu yang tersuspensi (Suliyanto, 2010). Sedangkan jika diklasifikasikan berdasarkan pada ukurannya, partikulat (PM) dapat dibedakan menjadi (Ohlström, et al, 1999):

- PM₁₀ dengan ukuran diameter $\leq 10 \mu\text{m}$
- PM_{2,5} (*fine particle*) dengan ukuran diameter $\leq 2,5 \mu\text{m}$
- PM₁ dengan ukuran diameter $\leq 1 \mu\text{m}$
- PM_{0,1} (ultrafine/UFP) dengan ukuran diameter $\leq 0,1 \mu\text{m}$
- Coarse fraction partikulat dengan ukuran diameter 2,5-10 μm



Gambar 2.2 Klasifikasi partikulat

Partikulat dengan ukuran $<10 \mu\text{m}$ disebut juga sebagai *respirable particulate*, sedangkan partikulat dengan ukuran $> 10 \mu\text{m}$ disebut juga sebagai *inspirable particulate* (Lestari, 2007).

2.5 Partikel Ultrafine (UFP)

Partikel ultrafine (*Extremely small/nuclei mode*) yaitu partikel yang berukuran kurang dari 0,1 mikron (μm). Partikel ini merupakan hasil kondensasi dan partikel ini memiliki bentuk tidak beraturan. Karena ukurannya yang sangat kecil dan pergerakan yang acak, maka apabila partikel ini bertabrakan antara partikel yang satu dengan yang lain maka partikel ini dapat membentuk partikel baru yang ukurannya lebih besar (Suliyanto, 2010). Partikel ultrafine dapat dihasilkan dari proses produksi maupun dari proses alam. Sumber partikel ultrafine yang berasal dari peristiwa alam dapat

berasal dari reaksi atmosferik, lava vulkanis, buih laut, dan asap. Sedangkan partikel ultrafine yang dihasilkan dari proses kegiatan manusia dapat berasal dari proses produksi di pabrik, proses pengepintan dengan menggunakan laser printer, kegiatan fotocopy (Wikipedia^a, 2011), dan dari proses pembakaran bahan bakar/ emisi kendaraan bermotor (Morawska, et al, 2008). Daerah yang memiliki tingkat konsentrasi partikel ultrafine yang tinggi yaitu daerah yang padat penduduk khususnya di daerah perkotaan (Donaldson, et al, 2001).

Berdasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Abraham, et al (2002) mengenai paparan partikel ultrafine di dalam dan di luar ruangan yang diakibatkan oleh kegiatan lalu lintas, didapatkan hasil untuk pengukuran konsentrasi partikel ultrafine selama 24 jam nilainya >100.000 partikel/cm³. Sedangkan dari penelitian Morawska, et al (2008) mengenai pengukuran partikel ultrafine dari kendaraan bermotor di daerah jalan raya, didapatkan hasil bahwa partikel ultrafine yang terukur memiliki diameter yang berkisar antara $0,015\mu\text{m} - 0,7 \mu\text{m}$. Dari hasil penelitian ini, didapatkan rata-rata paparan partikel ultrafine untuk masing-masing kendaraan bermotor berbeda-beda tiap 24 jamnya di mana untuk jenis kendaraan bus konsentrasi partikel ultrafine yang dihasilkan sebesar $9,50 \times 10^4$ partikel/ cm³, mobil sebesar $3,68 \times 10^4$ partikel/ cm³, dan taxi sebesar $10,18 \times 10^4$ partikel/ cm³. Selain itu, untuk partikel ultrafine dengan kandungan senyawa kimia SO₂ atau SO₃, dan NO yang diemisikan oleh kendaraan bermotor, apabila partikel ini berinteraksi dengan udara bebas maka senyawa ini akan berubah menjadi SO₄²⁻, NO₃⁻, dan NH₄⁺. Konsentrasi partikel ultrafine yang berada di udara bebas selain ditentukan oleh jenis kendaraan juga ditentukan oleh bagaimana suatu kendaraan itu melaju. Kendaraan (khususnya mobil) yang melaju dengan kecepatan 0-30 km/jam akan menghasilkan partikel ultrafine sekitar 200.000 partikel/cm³ per jamnya dengan ukuran partikel ultrafine berkisar antara $0,01\mu\text{m} - 0,15 \mu\text{m}$. Untuk kecepatan 30-70 km/jam akan menghasilkan partikel ultrafine sekitar 400.000 partikel/cm³ per jamnya dengan ukuran partikel ultrafine berkisar antara $0,01\mu\text{m}-0,1 \mu\text{m}$. Sedangkan untuk kecepatan 70-100 km/jam akan dihasilkan partikel ultrafine dengan jumlah sekitar 600.000 partikel/cm³ per jamnya, di mana ukuran

partikel ultrafinenya memiliki rentang ukuran diameter berkisar antara $0,01\mu\text{m}$ - $0,1\mu\text{m}$ (Blomqvist, et al).

2.6 Pembentukan Partikel

Partikel yang berada di udara tidak hanya melayang-layang begitu saja di udara, tetapi partikel-partikel ini juga dapat berinteraksi antara partikel yang satu dengan partikel yang lainnya. Partikel ini juga dapat berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya di mana nantinya interaksi ini dapat menghasilkan partikel baru maupun mengurangi jumlah partikel yang ada di udara. Interaksi partikel yang berada di udara ini dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu interaksi melalui peristiwa koagulasi, deposisi, dan nukleasi/*nucleation* (Sogacheva, 2008).

- a. Koagulasi merupakan suatu proses yang sifatnya dapat mengurangi konsentrasi partikel-partikel kecil di udara. Proses koagulasi ini terjadi melalui tumbukan antar partikel yang berada di udara di mana partikel yang bertumbukan mempunyai ukuran yang tidak sama. Dari peristiwa tumbukan antar partikel ini, maka akan menghasilkan partikel baru yang ukurannya lebih besar dari partikel yang bertumbukan dan memiliki kandungan komponen kimia yang berbeda-beda.
- b. *Nucleation*, merupakan pembentukan partikel dengan ukuran yang sangat kecil di mana diameter dari partikel yang dihasilkan kurang dari 30 nm. Partikel yang terbentuk dari proses *nucleation* merupakan suatu partikel yang dihasilkan dari konversi gas menjadi partikel. Peristiwa ini dapat terjadi di atmosfer akibat dari proses pembakaran. Partikel akibat proses *nucleation* ini juga dapat tersusun dari uap homogen yang mengalami *nucleation*.
- c. Untuk peristiwa deposisi merupakan peristiwa pengurangan jumlah partikel yang berada di udara. Proses deposisi pada partikel dapat terjadi melalui dua proses yaitu proses kering dan proses basah. Di mana untuk proses deposisi basah dapat terjadi akibat pengendapan partikel yang terdeposisi oleh air hujan, salju, fog, awan, dan kabut. Sedangkan deposisi kering merupakan transfer partikel secara langsung menuju tanah melalui proses sedimentasi dan *impaction* atau difusi. Untuk proses deposisi kering akan lebih efektif jika terjadi pada *coarse*

particles. Sedangkan untuk proses deposisi basah akan lebih efektif jika terjadi pada fine partikel.

2.7 Kendaraan di Indonesia

Jenis kendaraan bermotor yang berada di Indonesia sangat beragam mulai dari kendaraan bermesin 4 langkah dengan bahan bakar bensin seperti mobil, truk, bus, pesawat terbang, dan motor. Kendaraan bermesin 2 langkah dengan bahan bakar bensin seperti sepeda motor. Ada pula kendaraan bermotor dengan tipe mesin diesel yang berbahan bakar solar (mobil, truk, bus, traktor, kereta api, dan kapal laut). Selain itu ada juga kendaraan berbahan bakar avtur dan dengan tipe mesin gas turbin seperti pesawat terbang, kereta api, dan kapal laut. Serta jenis kendaraan yang berbahan bakar batu bara dengan mesin uap yang biasanya digunakan pada kapal laut (Ansusanto dan Yulianti, 2003). Sebagian besar kendaraan bermotor menggunakan bahan bakar minyak (BBM) yang berupa premix, premium atau solar yang mengandung timah hitam (Pb). Dari bahan bakar ini, emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor dapat dilihat pada tabel berikut (Sinaga, dkk, 2006):

Tabel 2.5 Emisi kendaraan bermotor

Jenis Kendaraan	Emisi Gas Buang (ton/th)					Kilometer Tempuh (km/th)
	CO	HC	NO _x	SO _x	PM	
Sepeda motor	120.002	38.302	971	101	101	10.000
Kendaraan Pnp	197.005	26.492	29.832	1.433	2.134	13.040
Taksi	21.295	2.892	3.879	353	125	193
Bus sedang	68.429	8.500	17.699	1.402	2.232	2.899
Bus besar	12.105	2.682	8.799	1.507	1.156	826
Van	106.330	12.340	19.488	4.479	1.005	6.183
Truk kecil	34.161	3.997	6.693	436	603	2.233
Truk 2 as	2.736	1.538	6.304	1.322	1.390	993
Truk 3 as	2.180	1.227	5.074	1.109	517	369
Total	564.292	97.971	98.738	8.142	9.563	38.577

2.8 Dampak Yang di Timbulkan Oleh Partikulat

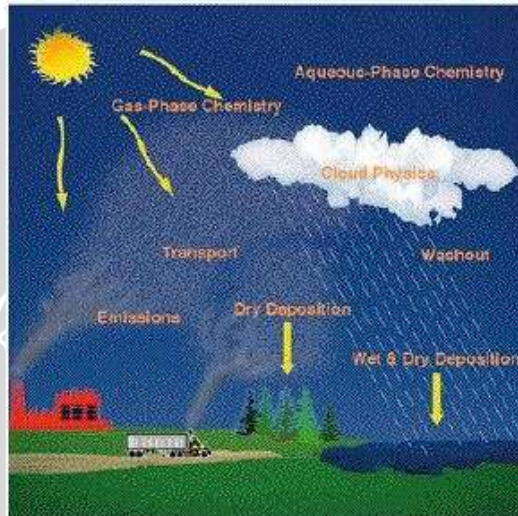
Emisi partikulat yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar baik itu bahan bakar fosil, bensin, dan solar yang ada di dalam mesin kendaraan lebih berbahaya dari pada yang dihasilkan dari kegiatan industri, pembangkit listrik, dan proses pembakaran lain. Hal ini karena pada mesin kendaraan bermotor tidak terjadi reaksi pembakaran sempurna pada reaksi pembakaran di bidang industri. Emisi partikulat yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor akan membawa dampak pada lingkungan dan makhluk hidup yang berada di sekitarnya.

Besarnya efek yang ditimbulkan oleh partikulat dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikulat, konsentrasi, serta komposisi fisik dan kimia. Partikulat berukuran tertentu memiliki kemampuan memasuki saluran pernafasan. Partikulat dengan ukuran $>10 \mu\text{m}$ akan tersaring oleh bulu hidung, partikulat dengan ukuran $5-10 \mu\text{m}$ mencapai *trachea* atau *bronchus*, partikulat dengan ukuran $0,5-5 \mu\text{m}$ mencapai alveolus, sedangkan partikulat dengan ukuran $<0,5 \mu\text{m}$ akan terdifusi ke dalam dinding alveoli (Geombira, 2006).

2.8.1 Dampak terhadap lingkungan

Bagi keadaan lingkungan, keberadaan partikulat sangat mengganggu. Di samping keberadaannya sebagai kabut yang mengganggu penglihatan (penurunan daya lihat), partikulat juga dapat memencarkan dan memantulkan sinar matahari sehingga dapat mengurangi intensitas cahaya yang masuk ke permukaan bumi dan hal ini dapat memperlambat periode hujan dan salju. Selain itu, partikulat juga dapat mengganggu kesehatan makhluk hidup. Pada tumbuhan, partikulat yang menempel di permukaan daun dapat merusak jaringan daun jika partikulat tersebut terserap ke dalamnya. Jika partikulat menutup stomata, maka kemampuan daun untuk berfotosintesis akan terganggu dan pertumbuhan tanamanpun akan ikut terganggu. Sedangkan dampak berkelanjutan yang akan ditimbulkan oleh keberadaan partikulat ialah apabila hewan herbivora memakan tumbuhan yang daunnya terlapisi oleh partikulat, maka hewan tersebut akan mengalami gangguan pencernaan bahkan kematian karena keracunan akibat dari kandungan zat kimia partikulat yang menempel pada permukaan daun (Wordpress^a, 2009).

Partikel ultrafine yang memiliki ukuran sangat kecil dan melayang-layang di udara dapat terbawa oleh angin dan menempuh jarak yang jauh, apabila kemudian partikel ini mengendap di tanah maupun di air (terdeposisi) maka dapat mengakibatkan peningkatan kadar asam pada danau maupun sungai, menimbulkan perubahan keseimbangan nutrisi pada air pinggir pantai dan cekungan sungai, menyebabkan pengurangan nutrisi pada tanah, merusak sensitivitas hutan dan tanaman pertanian, serta dapat mempengaruhi biodiversitas (Wordpress^c, 2010).



Gambar 2.3 Proses deposisi partikulat dalam keadaan kering dan basah

2.8.2 Dampak terhadap kesehatan

Dampak yang ditimbulkan oleh partikulat terhadap tubuh manusia sangat berbahaya, hal ini karena partikulat memiliki ukuran yang sangat kecil sehingga partikulat dapat masuk ke dalam sistem pernafasan dan masuk ke paru-paru bagian dalam. Partikel udara berdiameter kurang dari $10\ \mu\text{m}$ dan kurang dari $2,5\ \mu\text{m}$ dapat menimbulkan infeksi pada saluran pernafasan karena partikel ini dapat mengendap pada daerah pernafasan khususnya daerah bronki dan alveoli. Partikel yang lebih besar dari $10\ \mu\text{m}$ seperti TSP tidak

terhirup kedalam paru-paru karena tersaring oleh bulu hidung. Partikel dibawah $2,5 \mu\text{m}$ ($0,43\mu\text{m}$ - $1,1 \mu\text{m}$) tidak disaring oleh sistem pernafasan bagian atas dan menempel pada gelembung paru sehingga dapat menurunkan pertukaran gas (Gindo dan Hari, 2007). Sedangkan untuk partikel dengan ukuran $<0,5 \mu\text{m}$ akan terdifusi ke dalam dinding alveoli (Geombira, 2006). Untuk partikel ultrafine dapat menimbulkan efek inflamatori seperti stress oksidatif (Abraham, et al, 2002). Selain itu, partikel ultrafine yang memiliki kandungan kimia berupa karbon hitam dapat mengubah struktur kalsium dalam bagian makro dan merubah sel epithelial yang merupakan bagian primer dan sangat penting dalam aktivitas sel (Donaldson, et al, 2001).

Berikut merupakan klasifikasi ukuran partikulat dan bagian tubuh yang dituju apabila partikulat masuk ke dalam tubuh manusia (Anusanto dan Yulianti, 2003) :

Tabel 2.6 Ukuran partikulat dan sasarannya pada manusia

Ukuran Partikulat (μ)	Sasaran Pada Manusia
11	Rambut dan kulit kepala
7-11	Mata
4,7-11	Tenggorokkan
3,3-4,7	Trachea dan bronchus atas
2,5-3,3	Bronchus bawah
1,1-2,5	Bronkheolus
0,43-1,1	Alveolus

Berdasarkan survey Dirjen PPM dan PL Departemen Kesehatan, korelasi linier antara PM_{10} dengan bronchitis pada remaja usia 10-12 tahun yaitu setiap pertambahan 10 mg/m^3 , PM_{10} akan menaikkan resiko bronchitis atau batuk kronis sebesar 10-25% (Suhariyanto dan Tanjung, 2004).

Selain itu partikulat juga dapat mengikat polutan lain yang ada di dalam udara seperti SO_x , NO_x , dll sehingga apabila polutan tersebut tertinggal di dalam tubuhakan menimbulkan efek samping. Akibat dari masuknya partikulat ke dalam tubuh maka dapat memicu gangguan kesehatan sebagai berikut (Wordpress^c, 2010):

- a. Terjadi peningkatan gangguan pernafasan seperti iritasi saluran pernafasan atas, batuk atau asma.
- b. Penurunan fungsi paru-paru.
- c. Peningkatan bronchitis kronis.
- d. Dapat memicu serangan jantung.
- e. Dapat menyebabkan kematian bagi orang yang memiliki penyakit jantung atau paru-paru.
- f. Menyebabkan detak jantung menjadi tidak teratur.

Beberapa kemungkinan yang menyebabkan partikulat dapat membahayakan kesehatan manusia apabila partikulat masuk dan tertinggal didalam paru-paru yaitu (Hidayati, 2009) :

- a. Kemungkinan partikel tersebut beracun karena sifat-sifat kimia dan fisiknya.
- b. Kemungkinan partikel memiliki sifat inert (tidak bereaksi) dan jika tertinggal di dalam saluran pernafasan maka dapat mengganggu pembersihan bahan-bahan lain yang berbahaya.
- c. Kemungkinan partikel tersebut membawa gas-gas yang berbahaya, baik dengan cara mengabsorpsi atau mengadsorpsi sehingga molekul-molekul gas tersebut dapat mencapai dan tertinggal di bagian paru-paru yang sensitif.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dengan judul "Pengukuran Konsentrasi Partikel Ultrafine Pada Udara Bebas Di Lingkungan Universitas Brawijaya Malang" ini dilaksanakan pada tanggal 13 September sampai pada tanggal 29 September 2011 yang berlokasi di jalan utama (bundaran depan rektorat) Universitas Brawijaya Malang.



Lokasi pengambilan

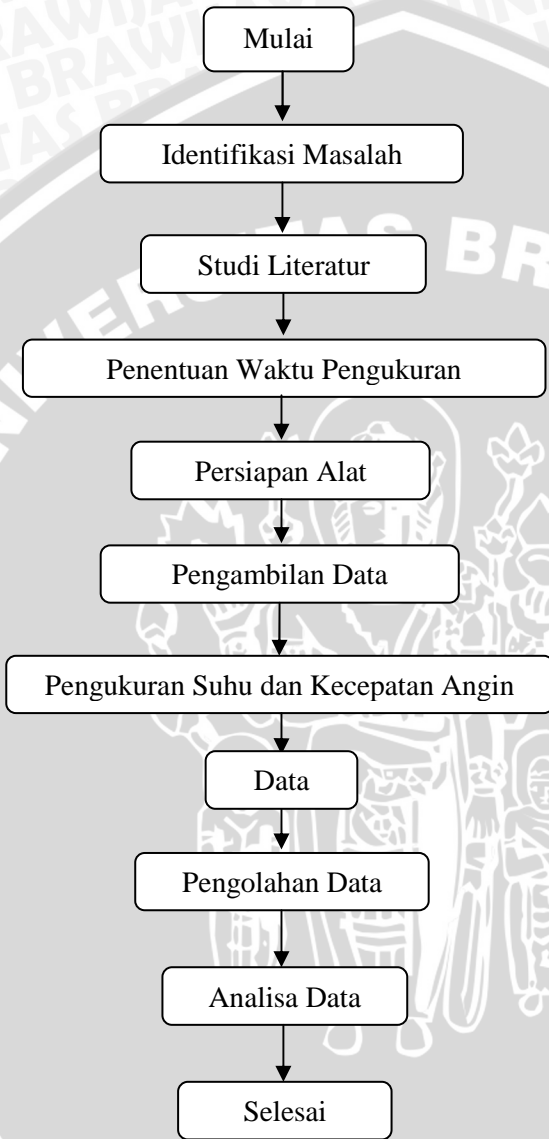
Gambar 3.1 Lokasi pengambilan data

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu P-track *ultrafine particle counter* model 8525, anemometer kanomax model A031, pencacah waktu (stopwatch), pencacah kendaraan, dan PC/ Komputer.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk diagram alir berikut:



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

3.3.1 Identifikasi masalah

Identifikasi masalah dilaksanakan untuk menganalisa masalah yang ada dilingkungan sekitar khususnya mengenai pencemaran akibat emisi kendaraan bermotor. Selain itu juga mengidentifikasi partikulat yang diemisikan oleh kendaraan bermotor dan mencari bahan yang merugikan baik bagi lingkungan maupun kesehatan. Dari sini maka dapat diketahui kajian utama dalam penelitian ini yaitu mengenai partikel ultrafine, khususnya partikel ultrafine di udara bebas (outdoor) yang dilepaskan oleh kendaraan bermotor.

3.3.2 Studi literatur

Langkah selanjutnya yang dilaksanakan dalam penelitian ini yaitu melakukan studi literatur baik dari buku, jurnal, artikel, paper, maupun informasi yang di ambil dari web site. Tujuan studi literatur ini yaitu untuk mengetahui bagaimana sifat dan jenis-jenis partikulat serta bagaimana proses pembentukan partikulat, penyebarannya di udara bebas, faktor-faktor yang mempengaruhi persebaran partikulat dan faktor-faktor yang menyebabkan terbentuknya partikulat, serta bagaimana dampak yang dapat timbul dari keberadaan partikulat khususnya partikel ultrafine.

3.3.3 Penentuan waktu pengukuran

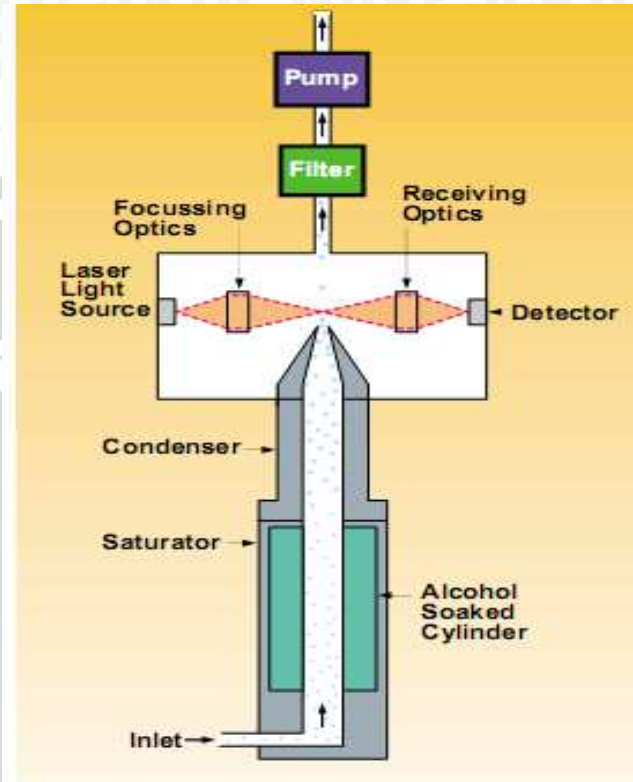
Dalam penentuan waktu pengukuran diperhatikan kapan waktu efektif /kegiatan aktif belajar mengajar di Universitas Brawijaya. Berdasarkan hal ini, maka dipilih waktu yaitu pagi hari (07.00-10.00 WIB), siang hari (12.00-14.00 WIB) dan sore hari (15.00-16.00WIB) sebagai waktu pengambilan data dengan alasan pada jam-jam ini aktivitas dijalan utama Universitas Brawijaya dalam kondisi ramai.

3.3.4 Persiapan alat

Pada tahapan persiapan alat, khususnya partikulat counter hal yang perlu diperhatikan yaitu kelengkapan alat dan proses pengoperasian alat. Untuk alat P-track *ultrafine particle counter* model 8525, langkah awal yang harus dilakukan yaitu

mempersiapkan semua peralatan (katrid alkohol, probe, sumber listrik/baterai) dan mengecek apakah alat dalam kondisi siap pakai. Setelah persiapan selesai, langkah selanjutnya yaitu memasang *alcohol catride* yang berisi isopropyl alkohol pada *particulate counter*. Pemasangan katrid alkohol ini dimaksudkan agar partikel ultrafine yang ditarik masuk kedalam probe dapat dideteksi oleh alat.

P-track *ultrafine particle counter* model 8525 ini mampu mendeteksi partikel ultrafine dengan ukuran antara 0,02 sampai 1,0 μm . Alat ini akan mengukur konsentrasi partikel ultrafine dalam rentang antara 0 sampai 500.000 partikel/ cm^3 , namun alat ini tidak dapat mengkarakterisasikan kandungan senyawa kimia yang terdapat dalam partikel ultrafine yang terdeteksi. Prinsip kerja dari P-track *ultrafine particle counter* model 8525 ini yaitu berdasarkan prinsip kondensasi, di mana zat yang dikondensasikan yaitu isopropyl alkohol. Pada prinsipnya, sampel udara yang mengandung partikel ultrafine ditarik masuk kedalam probe dengan *air flowrate* 0,71 L/menit. Setelah sampel udara yang mengandung partikel ultrafine masuk kedalam instrumen, partikel ultrafine selanjutnya akan masuk kedalam tabung saturator di mana didalam tabung saturator ini terdapat alkohol yang telah dikondensasikan (uap alkohol). Partikel ultrafine dan uap alkohol yang telah bercampur selanjutnya masuk kedalam tabung kondenser di mana uap alkohol akan menjadikan partikel ultrafine memadat dan menjadi butiran-butiran, yang mana padatan ini akan lebih mudah untuk dihitung. Padatan partikel ultrafine selanjutnya akan jatuh dan mengenai fokus dari sinar laseryang berupa kilasan cahaya. Ketika padatan jatuh, kilasan cahaya laser akan terhalang. Kilasan cahaya laser yang diteruskan akan dideteksi oleh sensor yaitu *photodetector* dan hasilnya akan dihitung untuk menentukan konsentrasi partikel ultrafine.



Gambar 3.3 Prinsip kerja P-track ultrafine particle counter model 8525

3.3.5 Pengambilan data

Untuk tahapan pengambilan data, setelah semua alat siap langkah berikutnya yaitu memasang probe pada *particulate counter* dimana probe ini berfungsi untuk menarik masuk sampel udara yang mengandung partikel ultrafine ke dalam instrumen. Kemudian mengoperasikan alat P-track ultrafine particle counter model 8525. Setelah alat dalam keadaan on, langkah selanjutnya yaitu mengoperasikan *particulate counter* dalam mode log agar nantinya data dapat tersimpan secara otomatis (tiap 10 detik). Pengukuran konsentrasi partikel ultrafine yang ada pada udara bebas ini dilakukan tiap lima menit sekali pada pukul 08.00-10.00 WIB, pukul

12.00-14.00 WIB, serta pada pukul 15.00-16.00 WIB. Kemudian untuk mengetahui jumlah kendaraan yang lewat tiap lima menitnya, dilakukan perhitungan jumlah kendaraan yang melintas. Sedangkan untuk mengetahui keadaan lingkungan sekitar (suhu dan kecepatan angin) digunakan anemomaster kanomax untuk mengukurnya.



(a) Anemomaster Kanomax A031 (b) P-track (c) Katrid alcohol



(d) Posisi pengambilan data

Gambar 3.4 Alat yang digunakan dan posisi pengambilan data

3.3.6 Pengolahan data

Pada tahapan pengolahan data, data hasil pencacahan partikel ultrafine oleh *particulat counter (UPC p-track)* yang telah tersimpan pada alat di download ke komputer. Data yang di download ini berupa file berektensi tkp di mana data ini nantinya akan di eksport ke Microsoft Excel. Sebelum di eksport ke Microsoft Excel, data dipilah berdasarkan waktu dan hari pengukuran. Kemudian dari data yang telah dipilih dan dipilah akan dihitung nilai rata-rata konsentrasi partikel ultrafine tiap 5 menit. Selanjutnya nilai rata-rata konsentrasi partikel ultrafine tiap 5 menit yang telah diperoleh diplotkan berdasarkan pada hubungan antara waktu dengan jumlah partikel ultrafine yang tercacah, di mana partikel yang tercacah dalam satuan partikel/cm³ (partikel/cc). Selain itu diplotkan pula hubungan antara waktu dengan jumlah kendaraan bermotor yang melintas di daerah penelitian. Kemudian untuk mengetahui bagaimana konsentrasi partikel tiap hari dan tiap minggu, maka dibuat plot hubungan antara konsentrasi partikel ultrafine terhadap waktu dan jumlah kendaraan bermotor tiap hari dan tiap minggu. Untuk mencari nilai rata-rata konsentrasi partikel digunakan rumusan sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (3.1)$$

dengan: \bar{x} adalah nilai rata-rata

x_i adalah hasil pengukuran ke- i

n adalah banyaknya pengulangan pengukuran

Untuk mencari ralat dari pengukuran digunakan deviasi standar rata-rata yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\Delta x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \quad (3.2)$$

3.3.7 Analisa data

Berdasarkan pada data yang didapat dari hasil pengukuran konsentrasi partikel ultrafine, pengukuran jumlah kendaraan bermotor, suhu dan kecepatan udara serta dari hasil pengolahan data, maka selanjutnya data-data tersebut dianalisa mengenai bagaimana hubungan antara jumlah kendaraan bermotor yang melintas di suatu wilayah dengan konsentrasi partikel ultrafine di daerah tersebut. Selanjutnya dianalisa pula bagaimana hubungan jumlah partikel ultrafine tiap jam dan tiap harinya berdasarkan korelasinya terhadap jumlah kendaraan yang melintas serta. Data-data yang diperoleh selanjutnya dibandingkan dengan data dari penelitian sebelumnya (paper-paper) untuk dianalisa faktor-faktor yang mempengaruhi besar kecilnya konsentrasi partikel ultrafine yang terukur. Untuk mengetahui seberapa besar korelasi antara jumlah kendaraan bermotor yang melintas dengan konsentrasi partikel ultrafine yang terukur, dibuat grafik linieritas di mana titik-titik data linieritas diperoleh dari total nilai rata-rata konsentrasi partikel ultrafine tiap hari untuk tiap 5 menitnya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengukuran Suhu dan Kecepatan Angin Daerah Penelitian

Partikel ultrafine merupakan salah satu partikel yang berada di udara. Partikel ultrafine mempunyai ukuran kurang dari 0,1 μm . Karena ukurannya yang kecil, partikel ultrafine memiliki pergerakan yang acak. Salah satu sumber yang dapat menghasilkan partikel ultrafine yaitu proses pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor. Partikel ultrafine paling banyak terdapat di daerah padat penduduk dan di daerah dengan kegiatan lalu lintas yang padat. Keberadaan partikel ultrafine disuatu daerah bergantung pada kondisi topografi dan meteorologi daerah tersebut (Jamriska and Morawska, 2000). Berdasarkan pada penelitian yang telah dilaksanakan didapatkan data mengenai keadaan lingkungan (suhu dan kecepatan angin) sekitar daerah penelitian yang ditampilkan pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Kondisi suhu dan kecepatan angin daerah penelitian

Hari	Waktu	Rata-Rata Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Rata-Rata Kecepatan Angin (m/s)	Arah Angin
Senin	Pagi	25,04	0,70	Pagi hari keadaan angin relative tenang, dan angin bertiup dari arah barat ke timur (dari arah rektorat)
	Siang	32,94	0,67	
	Sore	29,62	0,54	
Selasa	Pagi	27,77	0,44	Pada waktu siang hari sebagian besar angin berhembus dari arah utara ke selatan (arah gerbang SuHat)
	Siang	34,47	0,58	
	Sore	32,00	0,37	
Rabu	Pagi	25,71	0,76	Pada waktu siang hari sebagian besar angin berhembus dari arah tenggara ke barat laut
	Siang	32,51	0,76	
	Sore	27,96	0,44	
Kamis	Pagi	24,55	0,44	
	Siang	32,30	0,70	
	Sore	30,24	0,63	

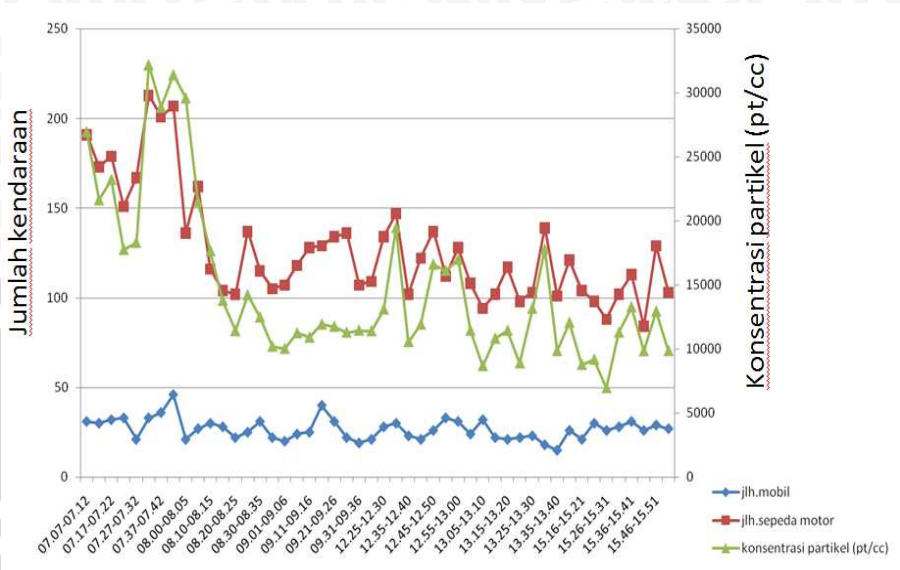
Tabel 4.1 Kondisi suhu dan kecepatan angin daerah penelitian (lanjutan)

Hari	Waktu	Rata-Rata Suhu (°C)	Rata-Rata Kecepatan Angin (m/s)	Arah Angin
Jum'at	Pagi	22,48	0,98	Pagi hari keadaan angin relative tenang, dan angin bertiup dari arah barat ke timur (dari arah rektorat)
	Siang	30,17	1,04	
	Sore	28,82	1,21	
Sabtu	Pagi	25,86	0,40	Pada waktu siang hari sebagian besar angin berhembus dari arah utara ke selatan (arah SuHat)
	Siang	30,26	0,87	
	Sore	29,20	0,34	
Minggu	Pagi	23,88	0,38	Pada waktu siang hari sebagian besar angin berhembus dari arah tenggara ke barat laut
	Siang	30,74	0,65	
	Sore	27,68	0,45	

Dari tabel 4.1 di atas dapat diketahui bahwa keadaan daerah penelitian mempunyai kecepatan angin berkisar antara 0,34 m/s sampai dengan 1,21 m/s dimana kecepatan angin dalam rentang antara 0,3 m/s sampai dengan 1,5 m/s merupakan tipe angin yang tenang (Setiawan, 2011). Sedangkan untuk keadaan suhu udara daerah penelitian mulai dari pagi sampai sore hari berkisar antara 22,48°C sampai dengan 32,94°C.

4.2 Hasil Pengukuran Konsentrasi Partikel Ultrafine dan Jumlah Kendaraan Yang Melintas Tiap 5 Menit

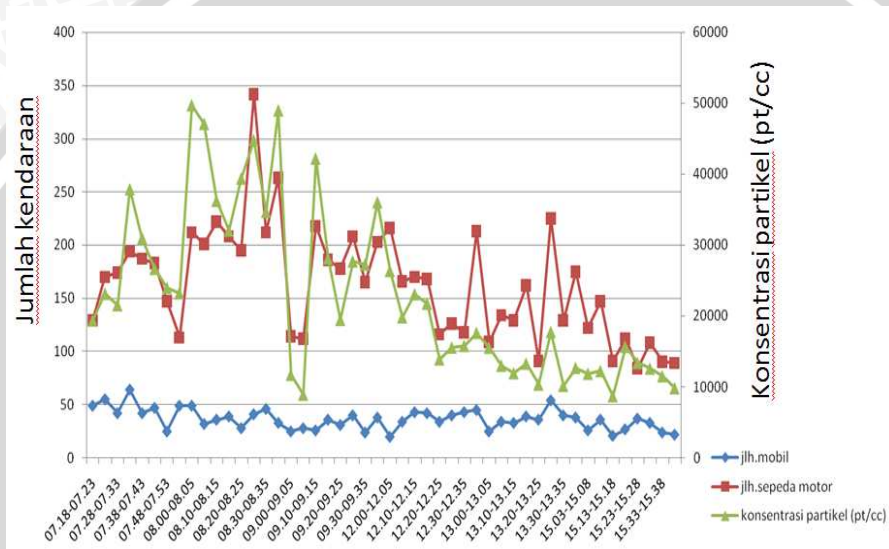
Dari penelitian yang telah dilaksanakan untuk pengukuran konsentrasi partikel ultrafine pada udara bebas terhadap jumlah kendaraan bermotor yang melintas di jalan utama Universitas Brawijaya, diperoleh hasil yang direpresentasikan pada grafik berikut:



Grafik 4.1 Hasil pengukuran konsentrasi partikel ultrafine dan jumlah kendaraan bermotor tanggal 13 September 2011

Berdasarkan pada grafik 4.1 terlihat bahwa pola antara konsentrasi partikel ultrafine yang terukur mengikuti pola dari grafik jumlah kendaraan bermotor yang melintas, di mana semakin sedikit kendaraan yang melintas maka konsentrasi partikel ultrafine yang terukur juga akan berkurang. Dari hasil pengukuran ini, konsentrasi partikel ultrafine tertinggi terukur pada waktu pagi hari dimana konsentrasi partikel ultrafine yang terukur sebesar 32.192 pt/cc dengan jumlah kendaraan bermotor yang melintas sebanyak 246 kendaraan. Sedangkan untuk konsentrasi partikel ultrafine terendah terukur pada waktu sore hari yaitu sebesar 6.964 pt/cc dengan jumlah kendaraan bermotor yang melintas sebanyak 114 kendaraan. Pada grafik juga terlihat bahwa konsentrasi partikel ultrafine yang terukur pada pagi hari lebih tinggi dibandingkan pada waktu siang dan sore hari. Perbedaan hasil pengukuran konsentrasi partikel ultrafine ini dikarenakan suhu udara pada waktu pagi hari lebih rendah dari pada suhu udara di siang dan sore hari, di mana suhu di pagi hari berkisar antara 24°C sampai dengan 30°C. Akibat suhu udara yang rendah

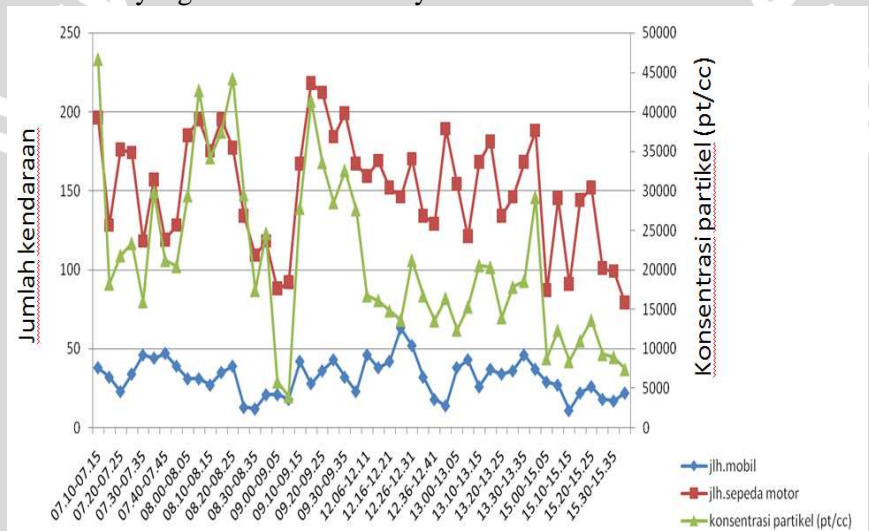
maka kerapatan udara di lingkungan daerah pengambilan data lebih rapat dari pada di siang dan sore hari sehingga persebaran konsentrasi partikel ultrafine yang dilepaskan oleh kendaraan bermotor lebih kecil (partikel tidak tersebar secara luas) dan hal ini yang menyebabkan hasil pengukuran konsentrasi partikel ultrafine di pagi hari lebih tinggi dari pada di siang dan sore hari.



Grafik 4.2 Hasil pengukuran konsentrasi partikel ultrafine dan jumlah kendaraan bermotor tanggal 14 September 2011

Pada grafik 4.2 dapat diamati untuk pola grafik antara jumlah kendaraan yang melintas dengan konsentrasi partikel yang terukur mempunyai persamaan, namun pada waktu pagi hari jumlah kendaraan yang melintas tidak sebanding dengan konsentrasi partikel ultrafine yang terukur, di mana konsentrasi partikel ultrafine pada pukul 08.00-08.05 WIB memiliki puncak yang paling tinggi yaitu dengan konsentrasi partikel ultrafine sebesar 49.670 pt/cc dan jumlah kendaraan yang melintas sebanyak 261 kendaraan. Sedangkan untuk jumlah kendaraan bermotor terbanyak yang melintas yaitu pada pukul 08.25-08.30 WIB di mana jumlah kendaraan yang melintas sebanyak 383 kendaraan. Namun pada keadaan ini, jumlah

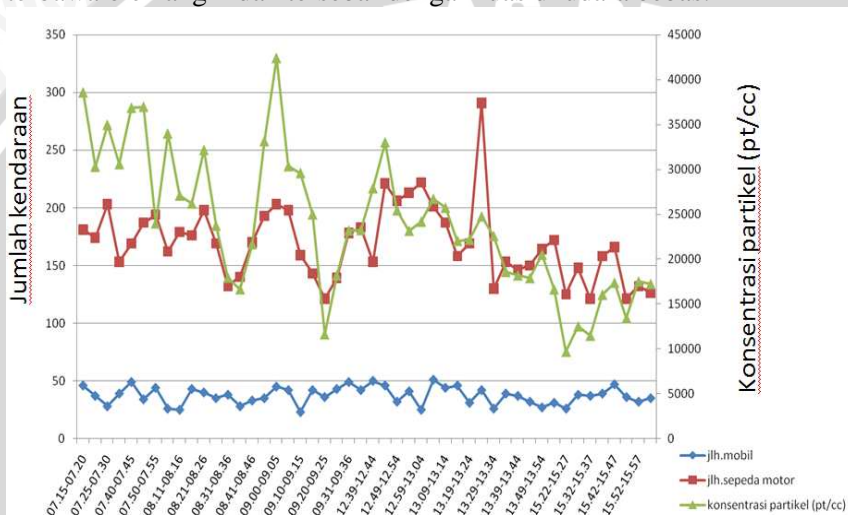
konsentrasi partikel ultrafine yang terukur lebih kecil dari pada pukul 08.00-08.05 WIB yaitu sebesar 44.754 pt/cc. Perbedaan konsentrasi partikel ultrafine yang terukur ini dikarenakan pada saat pengukuran kecepatan angin pada saat kendaraan yang melintas sebanyak 383 kendaraan cukup besar yaitu 2,1 m/s dan suhu yang lebih tinggi dari pada saat jumlah kendaraan yang melintas sebanyak 261 yaitu sebesar 27,1°C. Hal ini mengakibatkan partikel yang diemisikan oleh kendaraan bermotor tersebar di udara yang mulai panas dengan kerapatan yang mulai melonggar sehingga partikel ultrafine yang dilepaskan ke udara dapat bergerak lebih bebas sehingga konsentrasi partikel ultrafine yang terukur lebih rendah meskipun jumlah kendaraan yang melintas lebih banyak.



Grafik 4.3 Hasil pengukuran konsentrasi partikel ultrafine dan jumlah kendaraan bermotor tanggal 15 September 2011

Merujuk pada grafik 4.3, pola grafik antara jumlah kendaraan yang melintas tiap 5 menit dengan pola grafik konsentrasi partikel ultrafine yang terdeteksi menunjukkan persamaan, di mana nilai konsentrasi terendah yaitu 4.003pt/cc dengan jumlah kendaraan bermotor yang melintas sebanyak 110 kendaraan dan untuk konsentrasi partikel ultrafine tertinggi yaitu sebesar 46.667 pt/cc dengan jumlah kendaraan bermotor yang melintas sebanyak 234 kendaraan. Sedangkan untuk data ke-2 sampai data ke-5 konsentrasi

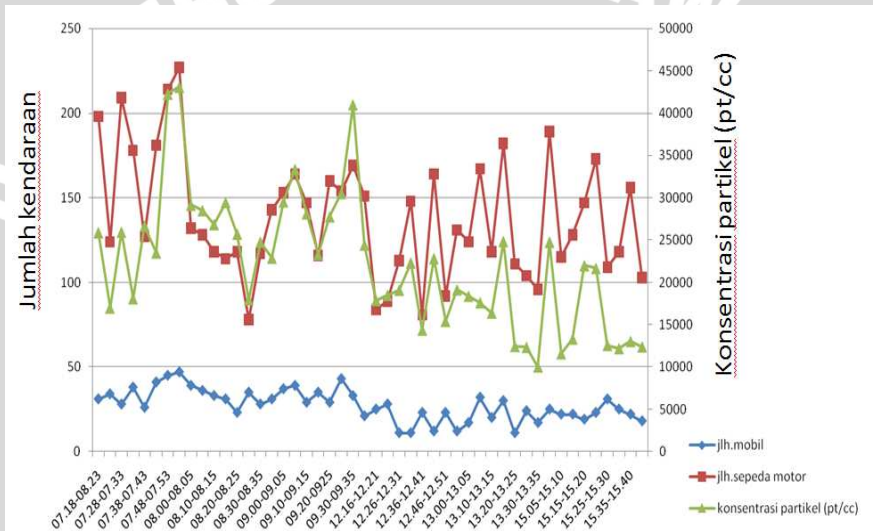
partikel ultrafine yang terukur turun dengan cukup cepat, hal ini disebabkan kecepatan angin yang terus meningkat dari saat pengukuran pertama dengan kecepatan angin pada pengukuran pertama sebesar 0,07 m/s menjadi 0,41 m/s pada pengukuran ke-4. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar kecepatan angin maka konsentrasi partikel ultrafine yang terukur akan lebih rendah karena partikel ultrafine yang dilepaskan oleh kendaraan bermotor akan terbawa oleh angin dan tersebar dengan luas di udara bebas.



Grafik 4.4 Hasil pengukuran konsentrasi partikel ultrafine dan jumlah kendaraan bermotor tanggal 19 September 2011

Untuk grafik 4.4 secara keseluruhan kedua grafik menunjukkan pola yang sama, hanya pada dua titik tertentu yang mengalami perbedaan yaitu pada data ke-17 dan data ke-34. Pada data ke-17 menunjukkan konsentrasi partikel ultrafine tertinggi yaitu sebesar 42.404 pt/cc dengan jumlah kendaraan bermotor yang melintas sebanyak 248 kendaraan dan pada data ke-34 menunjukkan jumlah kendaraan tertinggi yaitu sebanyak 333 kendaraan dengan konsentrasi partikel ultrafine yang terukur sebesar 24.765 pt/cc. Untuk data ke-17, yang menyebabkan konsentrasi partikel ultrafine yang terukur menjadi sangat tinggi yaitu pada saat pengambilan data ke-17 ada beberapa truk yang melintas, di mana jumlah konsentrasi

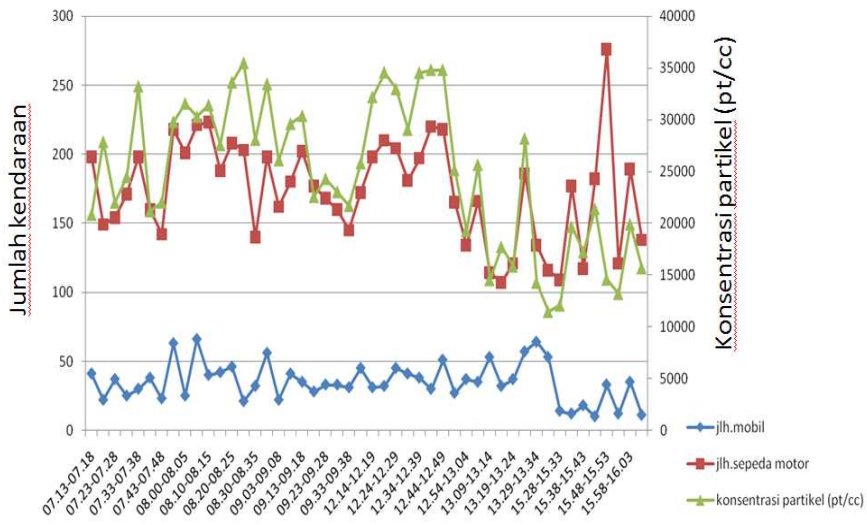
partikel ultrafine yang diemisikan oleh truk lebih banyak dari pada mobil dan sepeda motor. Sedangkan untuk data dengan jumlah kendaraan terbanyak, konsentrasi partikel ultrafine yang terukur lebih kecil jika dibandingkan data yang lain. Hal ini disebabkan karena jenis kendaraan bermotor yang paling banyak melintas yaitu sepeda motor di mana sepeda motor mengemisikan partikel ultrafine lebih sedikit dari pada mobil sehingga konsentrasi partikel ultrafine yang terukur nilainya hampir sama dengan data lain yang mempunyai jumlah mobil yang melintas lebih banyak seperti data ke-31.



Grafik 4.5 Hasil pengukuran konsentrasi partikel ultrafine dan jumlah kendaraan bermotor tanggal 22 September 2011

Grafik 4.5 menunjukkan data yang berfluktuasi pada tiap titiknya, namun jika dibandingkan tiap titik-titik antara grafik jumlah kendaraan bermotor dengan konsentrasi partikel ultrafine, keduanya menunjukkan kesamaan antara jumlah kendaraan bermotor yang melintas dengan konsentrasi partikel ultrafine yang terukur. Berdasarkan pada grafik 4.5 didapatkan nilai konsentrasi tertinggi partikel ultrafine yang terukur yaitu pada saat pagi hari di mana konsentrasi partikel ultrafinenya sebesar 43.085 pt/cc dengan jumlah kendaraan sebanyak 274 kendaraan. Selain faktor suhu di pagi hari yang lebih rendah, hal lain yang dapat menyebabkan penambahan

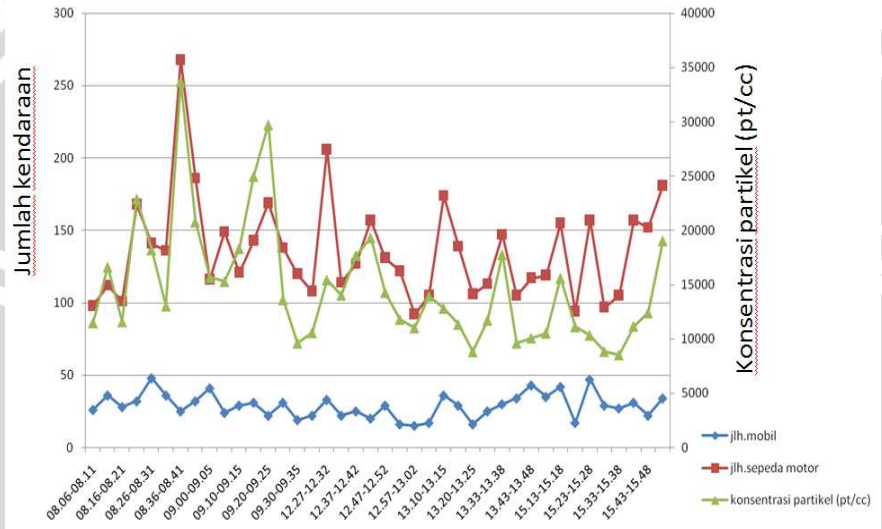
jumlah konsentrasi partikel ultrafine yang terukur yaitu keadaan di lingkungan sekitar daerah penelitian, yang mana salah satunya yaitu banyaknya orang yang berada di daerah penelitian khususnya pada waktu pagi hari. Aktivitas hilir-mudik dari orang-orang di daerah sekitar penelitian juga dapat menambah konsentrasi partikel ultrafine yang terukur. Sedangkan untuk konsentrasi partikel ultrafine terendah yang terukur didapatkan pada saat siang hari, di mana konsentrasi partikel ultrafine yang terukur sebesar 9.970 pt/cc dengan jumlah kendaraan bermotor yang melintas sebanyak 113.



Grafik 4.6 Hasil pengukuran konsentrasi partikel ultrafine dan jumlah kendaraan bermotor tanggal 23 September 2011

Dari grafik 4.6 menunjukkan konsentrasi tertinggi partikel ultrafine yang terukur yaitu sebesar 35.489 pt/cc dengan jumlah kendaraan bermotor yang melintas sebanyak 224 kendaraan dan untuk konsentrasi partikel ultrafine terendah yang terukur yaitu 11.640 pt/cc dengan jumlah kendaraan yang melintas sebanyak 169 kendaraan. Untuk data ke-45 jumlah kendaraan bermotor yang melintas jumlahnya lebih banyak jika dibandingkan dengan data yang memiliki konsentrasi partikel ultrafine tertinggi. Ini dikarenakan pada data ke-45 jumlah sepeda motor yang melintas

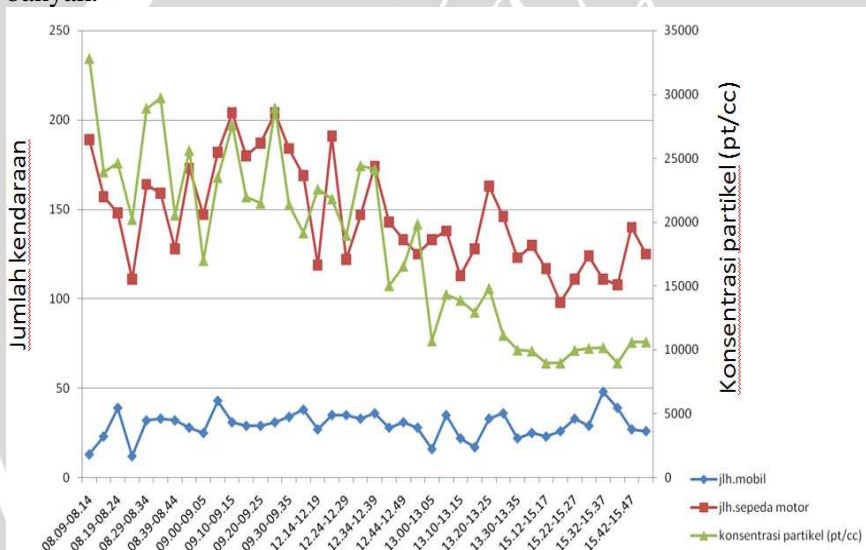
lebih banyak dari pada mobil yang melintas sehingga konsentrasi partikel ultrafine yang terukur lebih rendah meskipun jumlah total kendaraan bermotor yang melintas lebih banyak, selain itu kecepatan angin yang terukur pada menit ke-45 lebih besar yaitu 1,81 m/s sehingga partikel yang diemisikan oleh kendaraan bermotor langsung tersebar di udara dan bergerak mengikuti arah angin sehingga konsentrasi partikel ultrafine yang terukur menjadi lebih kecil.



Grafik 4.7 Hasil pengukuran konsentrasi partikel ultrafine dan jumlah kendaraan bermotor tanggal 26 September 2011

Grafik 4.7 menunjukkan kesamaan antara grafik jumlah kendaraan bermotor yang melintas dengan grafik konsentrasi partikel ultrafine yang terukur, di mana apabila jumlah kendaraan bermotor yang melintas meningkat maka konsentrasi partikel ultrafine yang terukur juga meningkat. Berdasarkan pada grafik 4.7 terlihat bahwa konsentrasi partikel tertinggi terjadi pada pukul 08.36-08.41 WIB dengan konsentrasi partikel sebesar 33.715 pt/cc dengan jumlah kendaraan bermotor yang melintas sebanyak 293, sedangkan untuk konsentrasi partikel terendah didapatkan pada pukul 15.33-15.38 WIB dengan konsentrasi partikel ultrafine sebanyak 8.519 pt/cc dan jumlah kendaraan yang melintas sebanyak 132 kendaraan.

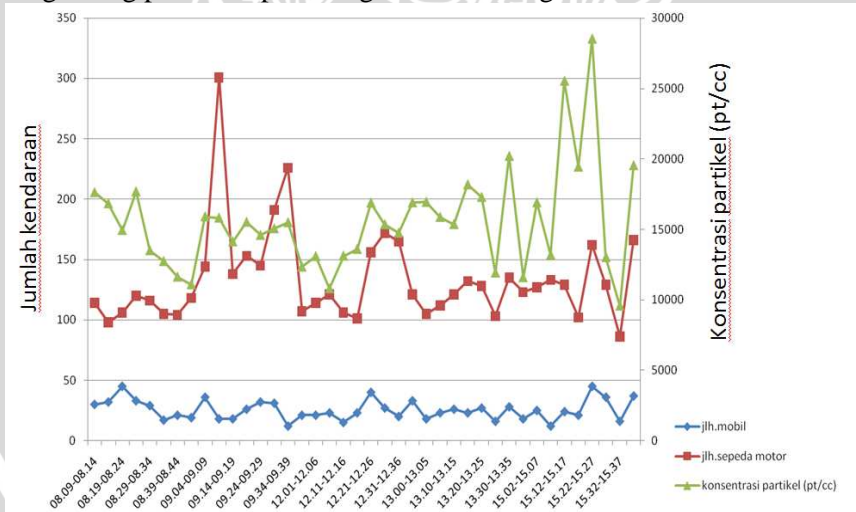
Sedangkan untuk data ke-13 memiliki konsentrasi partikel ultrafine yang lebih besar dari pada data ke-20 meskipun jumlah kendaraan yang melintas hampir sama yaitu 22 mobil dan 169 sepeda motor untuk data ke-13 serta 20 mobil dan 157 sepeda motor untuk data ke-20, dengan suhu udara dan kecepatan angin berturut-turut 26 °C dan 0,28 m/s serta 32,5 °C dan 0,77 m/s. Selain faktor suhu udara yang lebih rendah dan kecepatan angin yang lebih kecil sehingga pada data ke-13 konsentrasi partikel ultrafine yang terukur menjadi lebih tinggi, hal lain yang menyebabkan konsentrasi partikel ultrafine pada rentang waktu 09.10-09.25 WIB lebih tinggi yaitu adanya beberapa truk yang melintas. Di mana pembakaran bahan bakar pada truk tidak sesempurna proses pembakaran bahan bakar yang ada pada mobil pribadi sehingga partikel yang diemisikan ke udara jauh lebih banyak.



Grafik 4.8 Hasil pengukuran konsentrasi partikel ultrafine dan jumlah kendaraan bermotor tanggal 28 September 2011

Berdasarkan pada grafik 4.8 diatas dapat dilihat bahwa konsentrasi partikel ultrafine tertinggi yang terukur yaitu pada waktu pagi hari, di mana konsentrasi partikel ultrafinenya sebesar 32.786 pt/cc dengan jumlah kendaraan bermotor yang melintas sebanyak

202 kendaraan dan konsentrasi partikel ultrafine terendah terukur pada waktu sore hari yaitu sebesar 8.969 pt/cc dengan jumlah kendaraan yang melintas sebanyak 140 kendaraan. Kecilnya konsentrasi partikel ultrafine yang terukur pada saat sore hari disebabkan oleh besarnya kecepatan angin pada saat pengukuran yaitu mencapai 3,14 m/s. Dari grafik diatas terdapat beberapa titik dimana jumlah kendaraan yang melintas tidak sebanding dengan besarnya konsentrasi partikel ultrafine yang terukur. Untuk jumlah kendaraan yang sedikit namun konsentrasi partikel ultrafine yang terukur besar, ada kemungkinan partikel ultrafine yang terukur pada saat itu bercampur dengan partikel ultrafine yang dilepaskan oleh kendaraan lain yang sebelumnya melintas, jadi konsentrasi partikel ultrafine yang terukur merupakan akumulasi dari partikel ultrafine yang dilepas oleh kendaraan bermotor pada saat pengukuran dan kendaraan bermotor yang sebelumnya melintas sehingga konsentrasi partikel ultrafine yang terukur menjadi lebih tinggi. Selain itu, partikel ultrafine yang dilepas oleh kendaraan tidak langsung ditangkap oleh alat tetapi memerlukan waktu beberapa saat bergantung pada kecepatan angin dan arah angin.



Grafik 4.9 Hasil pengukuran konsentrasi partikel ultrafine dan jumlah kendaraan bermotor tanggal 29 September 2011

Untuk grafik 4.9 dapat dilihat bahwa konsentrasi partikel ultrafine pada waktu sore hari lebih tinggi, hal ini dikarenakan terjadi kemacetan lalu lintas karena adanya mobil bangunan yang berputar arah, di mana partikel ultrafine yang dilepaskan oleh kendaraan terkumpul dan mobil bangunan ini juga memiliki kontribusi penyumbang partikel ultrafine terbesar karena pembakaran dalam mesinnya tidak sempurna mobil pribadi sehingga konsentrasi partikel ultrafine yang terukur disore hari menjadi lebih tinggi. Dari grafik didapatkan nilai konsentrasi partikel ultrafine tertinggi yaitu 28.525 pt/ cc dengan jumlah kendaraan yang melintas sebanyak 207 kendaraan. Sedangkan konsentrasi terendah yang terukur sebesar 9.563 pt/cc dengan jumlah kendaraan bermotor yang melintas sebanyak 102 kendaraan. Pada data ke-10 jumlah kendaraan yang melintas memiliki nilai tertinggi yaitu 319 kendaraan, namun konsentrasi partikel ultrafine yang terukur hanya sebesar 15.814 pt/cc. Hal ini dikarenakan sebagian besar dari kendaraan yang melintas adalah sepeda motor yang menghasilkan partikel ultrafine lebih sedikit dari pada mobil. Pada beberapa titik-titik data yang lain, konsentrasi partikel ultrafine yang terukur tidak sebanding dengan jumlah kendaraan yang melintas. Hal ini dapat dipengaruhi oleh kecepatan angin pada saat pengukuran dan juga suhu udara.

Dari kesembilan grafik yang menampilkan hasil pengukuran konsentrasi partikel ultrafine dan jumlah kendaraan bermotor yang melintas, secara keseluruhan dapat dilihat bahwa konsentrasi partikel ultrafine maksimum yang terukur yaitu sebesar 49.670 pt/cc dan konsentrasi partikel ultrafine terendah yang terukur sebesar 4.003 pt/cc. Perbedaan hasil pengukuran konsentrasi partikel ultrafine yang ada di udara bebas ini dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya yaitu suhu udara, kecepatan angin pada saat pengambilan data, faktor cuaca (mendung) dan keadaan lingkungan sekitar daerah pengambilan data seperti jumlah orang yang berada di daerah sekitar pengambilan data serta kegiatan yang berada di daerah sekitar pengambilan data, misalnya saja banyak orang yang berjalan hiliar mudik di daerah penelitian dan pada kegiatan rutin di pagi hari, di mana pada saat pagi hari daerah lokasi pengambilan data sedang di bersihkan oleh petugas (disapu) dan ini dapat menjadi salah satu faktor yang menyebabkan jumlah konsentrasi partikel ultrafine yang terukur pada saat pagi hari lebih tinggi dari pada siang atau sore hari.

Dari kegiatan sehari-hari yang terjadi dilingkungan pengambilan data, beberapa hal yang berpengaruh terhadap hasil pengukuran konsentrasi partikel ultrafine yaitu jumlah orang yang berjalan di daerah sekitar pengambilan data dan banyaknya orang yang bersepeda. Pada saat berjalan maupun bersepeda, debu di permukaan jalan akan bergesekan dengan ban maupun sepatu sehingga partikel yang ada di permukaan jalan terangkat dan melayang di udara. Dari kegiatan berjalan akan menghasilkan partikel ultrafine sebesar $4,61 \times 10^4$ partikel/cm³(pt/cc) dan dari kegiatan bersepeda akan menghasilkan partikel ultrafine sebesar $8,40 \times 10^4$ partikel/cm³ (pt/cc) (Morawska, et al, 2008). Selain kegiatan di lingkungan sekitar, faktor lain yang mempengaruhi hasil pengukuran partikel ultrafine yaitu jenis dari kendaraan yang melintas. Sebagian besar partikel ultrafine yang berada di udara dihasilkan oleh kendaraan bermesin diesel (Morawska and Junfeng, 2002) dan kendaraan berbahan bakar petrol (*liquefied petroleum*) (Riztovski, et al, 1998). Kendaraan berbahan bakar petrol menghasilkan partikel ultrafine sebanyak $1,9 \times 10^{14}$ partikel/km dan kendaraan diesel menghasilkan partikel ultrafine sebanyak $1,7 \times 10^{14}$ partikel/km (Hak, et al, 2009). Berdasarkan pada pengamatan selama pengambilan data, setiap kali ada mobil bak terbuka, truk atau bus yang melintas, jumlah partikel ultrafine yang terukur selalu meningkat. Peningkatan konsentrasi partikel yang terjadi selama pengamatan tidak selalu sama antara jenis kendaraan bermotor yang satu dengan yang lain. Kendaraan yang menghasilkan partikel ultrafine terbesar selama proses pembakaran bahan bakar yaitu taksi. Di mana kendaraan dengan jenis taksi ini menghasilkan partikel ultrafine sebesar $10,81 \times 10^4$ partikel/cm, sedangkan untuk kendaraan yang berjenis bus akan menghasilkan partikel ultrafine sebesar $9,50 \times 10^4$ partikel/cm³, dan untuk kendaraan yang berjenis mobil pribadi dapat menghasilkan partikel ultrafine sebesar $3,60 \times 10^4$ partikel/cm³ partikel/cm³ (Morawska, et al, 2008).

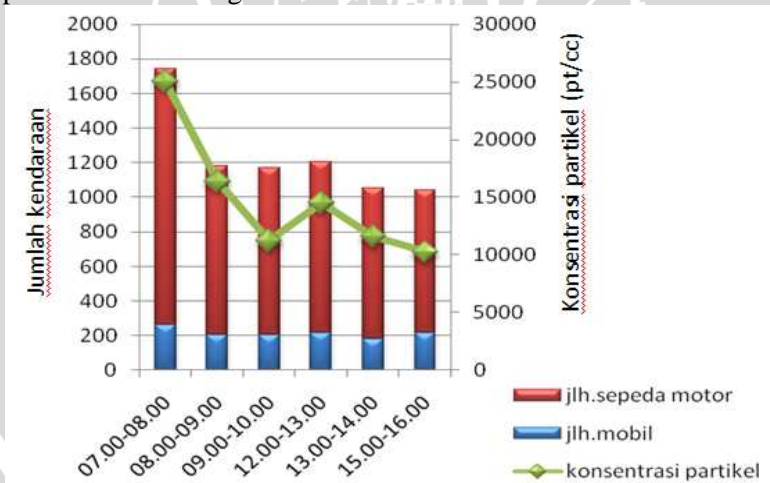
Pengaruh jenis kendaraan bermotor terhadap keberadaan partikel ultrafine diudara, selain berpengaruh terhadap jumlah partikel ultrafine yang dihasilkan juga berpengaruh terhadap distribusi ukuran partikel ultrafine yang dilepaskan. Kendaraan berbahan bakar petrol (gasolin) dan *liquefied petroleum* (LPG) merupakan dua jenis kendaraan yang menghasilkan partikel ultrafine terbesar, di mana partikel ultrafine yang dihasilkan oleh kedua jenis

kendaraan ini memiliki distribusi ukuran yang berkisar antara 0,01 μm sampai dengan 0,07 μm dengan mayoritas ukuran partikel ultrafine antara 0,02 μm sampai dengan 0,06 μm (Riztovski, et al, 1998). Di sisi lain, kendaraan dengan bahan bakar petrol diketahui dapat menghasilkan partikel ultrafine dengan distribusi ukuran partikel berkisar antara 0,020 μm sampai dengan 0,030 μm , sedangkan kendaraan bermotor dengan jenis diesel menghasilkan partikel ultrafine dengan distribusi ukuran partikel yang berkisar antara 0,060 μm sampai dengan 0,070 μm (Jamriska and Morawska, 2000). Selain itu, dari hasil pengukuran lainnya menunjukkan bahwa ukuran distribusi partikel ultrafine yang dihasilkan oleh kendaraan bermesin diesel berkisar antara 0,02 μm sampai dengan 0,13 μm . Untuk kendaraan petrol menghasilkan partikel ultrafine dengan distribusi ukuran berkisar antara 0,04 μm sampai dengan 0,06 μm (Hitchins, et al, 2000). Dalam pencemaran udara khususnya pencemaran dalam bentuk partikulat, kendaraan bermotor memegang peran terbesar. Ini dikarenakan kendaraan bermotor merupakan sumber penghasil partikel yang dominan, di mana lebih dari 80% partikel yang dihasilkan dalam proses pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor merupakan partikel ultrafine (Morawska and Junfeng, 2002).

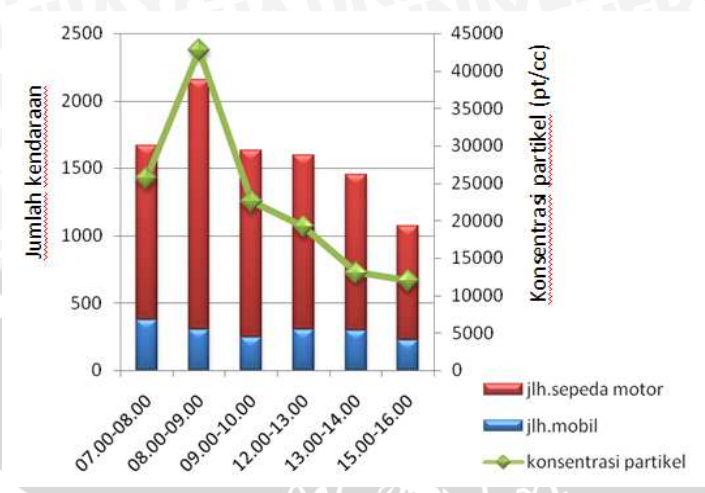
Konsentrasi partikel ultrafine yang berada di udara tidak hanya bergantung pada jenis kendaraan. Peningkatan konsentrasi partikel ultrafine yang dilepas oleh kendaraan bermotor juga dipengaruhi oleh kecepatan kendaraan pada saat melintas. Jumlah partikel ultrafine yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor akan meningkat sesuai dengan peningkatan kecepatan. Pada kecepatan 50 km/jam, kendaraan yang bermotor diesel akan menghasilkan partikel ultrafine dengan konsentrasi $0,2 \times 10^{14}$ partikel/km dan ketika kecepatan kendaraan dinaikkan menjadi 70 km/jam, konsentrasi partikel ultrafine akan meningkat dari $0,2 \times 10^{14}$ partikel/km menjadi $2,2 \times 10^{14}$ partikel/km (Hak, et al, 2009).

4.3 Hubungan Konsentrasi Partikel Ultrafine dan Jumlah Kendaraan Yang Melintas Tiap 1 Jam

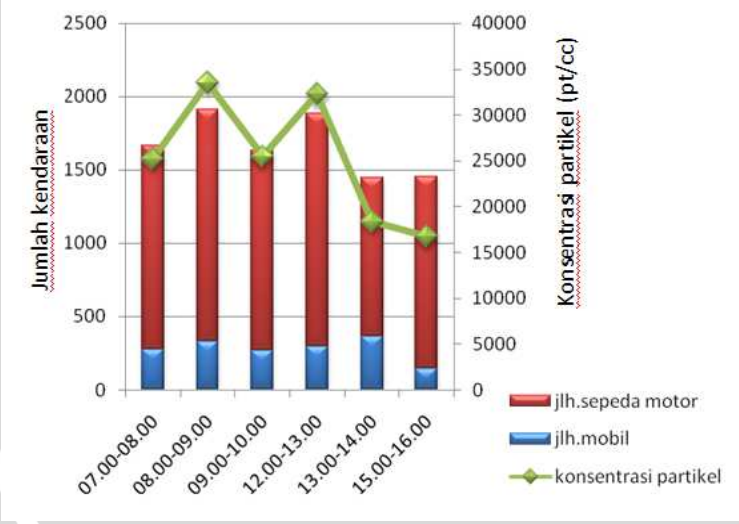
Partikel ultrafine merupakan salah satu jenis partikel yang memiliki kontribusi terbesar dalam total konsentrasi partikel (TSP) yang ada di udara, di mana partikel ultrafine mengambil peran sebesar 80%. Dengan menurunnya ukuran partikel maka total partikel dari hasil pembakaran akan meningkat dan untuk partikel ultrafine ($PM_{0,1}$) akan meningkat mencapai 60% (Morawska and Junfeng, 2002). Dari total konsentrasi partikel yang ada di udara, 71% dari total partikel tersebut merupakan partikel dengan ukuran $0,011\mu m$ sampai dengan $0,050\mu m$ dan 90% dari total partikel tersebut partikel dengan ukuran $0,011\mu m$ sampai dengan $0,1\mu m$ (Strainer, et al, 2004). Sedangkan khusus untuk partikel dengan ukuran $0,050\mu m$ hanya memiliki kontribusi 3 % dari total partikel dan untuk partikel dengan ukuran $0,1\mu m$ memiliki kontribusi 87% dari total partikel (Morawska, et al, 2008). Untuk mengetahui bagaimana hubungan jumlah kendaraan yang melintas di jalan utama Universitas Brawijaya terhadap konsentrasi partikel ultrafine yang terukur, maka dibuat suatu grafik hubungan konsentrasi partikel ultrafine dan jumlah kendaraan yang melintas terhadap waktu yang direpresentasikan oleh grafik 4.10



(a) Grafik hubungan konsentrasi partikel ultrafine terhadap jumlah kendaraan, 13 September 2011



(b) Grafik hubungan konsentrasi partikel ultrafine terhadap jumlah kendaraan, 15 September 2011



(c) Grafik hubungan konsentrasi partikel ultrafine terhadap jumlah kendaraan, 23 September 2011

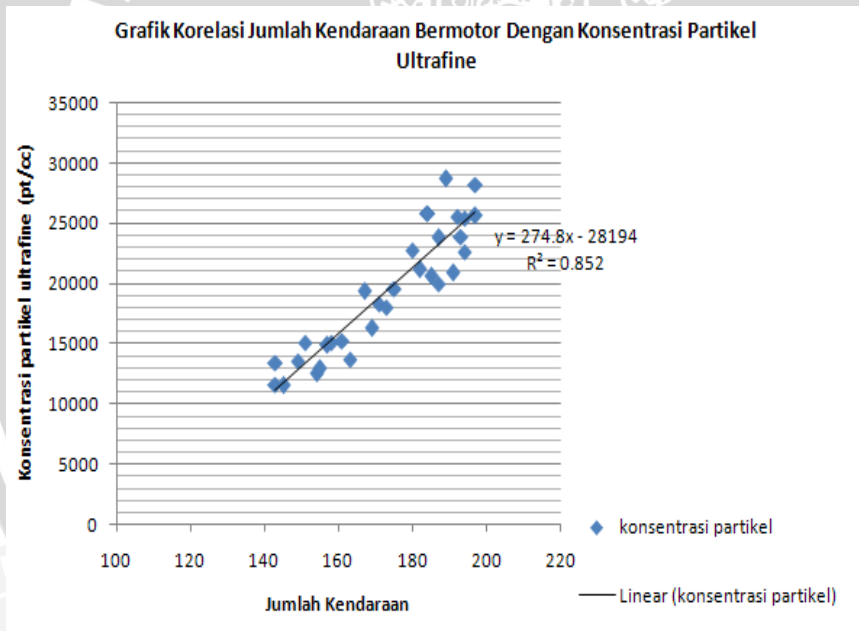
Grafik 4.10 Hubungan konsentrasi partikel ultrafine terhadap jumlah kendaraan untuk tiap jam

Secara keseluruhan, dari masing-masing grafik yang ditampilkan pada grafik 4.10 terlihat bahwa konsentrasi partikel ultrafine yang terukur di pagi hari selalu menunjukkan hasil yang lebih tinggi. Salah satu hal yang mempengaruhi hasil pengukuran ini yaitu suhu udara lingkungan sekitar, di mana suhu udara di pagi hari lebih rendah dari pada suhu udara di siang dan sore hari. Suhu udara akan mempengaruhi persebaran atau gerakan partikel ultrafine yang ada di udara bebas. Semakin tinggi suhu maka gerakan partikel akan semakin cepat. Sehingga dengan meningkatnya suhu, maka keadaan udara akan menjadi renggang, karena udara menjadi renggang maka partikel ultrafine akan tersebar di seluruh area sehingga konsentrasi partikel ultrafine yang terukur menjadi lebih rendah. Pada waktu pagi hari dengan suhu udara rendah, dengan rata-rata suhu yang terukur sekitar 25°C akan membuat keadaan udara menjadi rapat sehingga partikel ultrafine yang dilepaskan oleh kendaraan bermotor tidak dapat bergerak bebas sehingga konsentrasi partikel yang terukur menjadi tinggi.

Selain faktor suhu, hal lain yang mempengaruhi hasil pengukuran konsentrasi partikel ultrafine yaitu stabilitas atmosfer (dalam hal ini dilihat dari kecepatan udara). Dimana apabila kecepatan udara sekitar 1,5 m/s sampai 3 m/s maka konsentrasi partikel yang terukur akan kecil meskipun jumlah kendaraan yang melintas banyak. Konsentrasi partikel ultrafine akan berfluktuasi dari konsentrasi awal $9,7 \times 10^3$ partikel/cm³ dengan kecepatan angin 5 km/jam menjadi $1,8 \times 10^4$ partikel/cm³ dan konsentrasi partikel ultrafine menjadi $5,8 \times 10^4$ partikel/cm³ bila kecepatan dan arah angin di ubah dengan rentang kecepatan angin berkisar antara 3,6-7,9 km/jam (Jamriska and Morawska, 2000). Untuk partikel ultrafine dengan ukuran 0,015 μm , konsentrasinya di udara sekitar jalan raya akan berkurang dengan adanya hembusan angin. Konsentrasi partikel ultrafine akan menurun setengah dari nilai maksimumnya pada jarak 15 m dari tepi jalan bila ada hembusan angin dan partikel ultrafine akan tersebar 100 sampai 150 m dari tepi jalan (Hitchins, et al, 2000).

Berdasarkan pada ketiga grafik yang direpresentasikan pada grafik 4.10, ketiganya menunjukkan kesamaan mengenai hubungan antara jumlah kendaraan yang melintas dengan konsentrasi partikel ultrafine yang terukur, di mana semakin banyak kendaraan yang

melintas maka konsentrasi partikel ultrafine yang terukur juga semakin tinggi. Untuk membuktikan hubungan atau korelasi antara jumlah kendaraan bermotor yang melintas dengan konsentrasi partikel ultrafine yang terukur, serta untuk menentukan besarnya korelasi di antara jumlah kendaraan bermotor yang melintas dengan konsentrasi partikel ultrafine, maka ditampilkan grafik 4.11. Dimana berdasarkan pada grafik 4.11 dapat diketahui bahwa konsentrasi partikel ultrafine dan jumlah kendaraan bermotor yang melintas mempunyai nilai korelasi 0,852 yang mana artinya hubungan antara konsentrasi partikel ultrafine dengan jumlah kendaraan bermotor yang melintas mempunyai hubungan yang sangat kuat dan keduanya mempunyai korelasi yang bernilai positif yang mana apabila jumlah kendaraan bertambah maka konsentrasi partikel ultrafine yang terukur juga akan bertambah.



Grafik 4.11 Korelasi jumlah kendaraan bermotor dengan konsentrasi partikel ultrafine

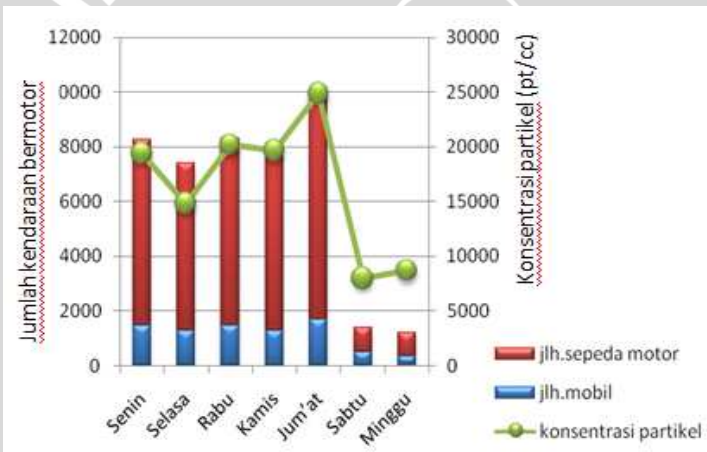
Besarnya konsentrasi partikel ultrafine yang terukur, selain bergantung pada banyaknya jumlah kendaraan yang melintas juga bergantung pada lokasi daerah penelitian. Konsentrasi partikel ultrafine yang terukur di terminal bus berkisar antara $7,5 \times 10^3$ partikel/cm³ sampai dengan $3,5 \times 10^4$ partikel/cm³, sedangkan konsentrasi partikel ultrafine yang terukur di jalan raya memiliki nilai sebesar $7,1 \times 10^4$ partikel/cm³, dan untuk konsentrasi partikel ultrafine yang terukur di tepi jalan raya memiliki nilai sebesar $4,8 \times 10^4$ partikel/cm³ (Yu, 2011). Sedangkan berdasarkan hasil penelitian Pirola (2006) mengenai pengukuran konsentrasi partikel ultrafine di sekitar jalan raya, besarnya konsentrasi partikel ultrafine yang berada di udara juga dipengaruhi oleh jarak dari sumber yang mengemisikan partikel ultrafine, di mana konsentrasi partikel ultrafine akan menurun berdasarkan pada pertambahan jarak dari pusat jalan raya. Adapun faktor lain yang menentukan besarnya konsentrasi partikel ultrafine di udara bebas yaitu musim, dimana pada musim dingin konsentrasi partikel ultrafine lebih besar dari pada musim panas. Pada musim dingin konsentrasi partikel ultrafine di udara bebas akan meningkat 2 sampai 3 kali dari konsentrasi partikel awal. Pada jarak 65 m dari tepi jalan raya, rata-rata konsentrasi partikel ultrafine yang terukur akan menurun sebesar 39% pada musim dingin dan akan terjadi penurunan konsentrasi partikel ultrafine sebesar 35% pada musim panas (Pirlola, et al, 2006).

4.4 Konsentrasi Partikel Ultrafine Per-hari

Setelah dilakukan penganalisaan terhadap hubungan jumlah kendaraan yang melintas dengan konsentrasi partikel ultrafine yang terukur, maka untuk mengetahui bagaimana kepadatan lalu-lintas di jalan utama Universitas Brawijaya dibuat grafik hubungan antara jumlah kendaraan yang melintas dengan konsentrasi partikel ultrafine yang terukur untuk tiap harinya yang mana hasilnya ditampilkan pada grafik 4.13

Tabel 4.2 Rata-rata jumlah kendaraan dan konsentrasi partikel tiap hari

Hari	Jumlah kendaraan		Total kendaraan	Rata-rata konsentrasi partikel (pt/cc)
	Mobil	Sepeda Motor		
Senin	1.474	6.792	8.266	19.427
Selasa	1.283	6.113	7.396	14.849
Rabu	1.466	6.837	8.303	20.223
Kamis	1.287	6.405	7.692	19.671
Jum'at	1.683	8.318	10.001	24.904
Sabtu	514	881	1.395	8.002
Minggu	337	876	1.213	8.733



Grafik 4.13 Hubungan konsentrasi partikel dengan jumlah kendaraan bermotor untuk tiap hari

Berdasarkan pada tabel 4.2 dan grafik 4.12, terlihat bahwa rata-rata jumlah kendaraan bermotor yang melintas di jalan utama UB pada saat hari aktif berkisar antara 7.396 kendaraan sampai dengan 10.001 kendaraan dengan rata-rata total konsentrasi partikel ultrafine yang dilepaskan ke udara berkisar antara 14.849 pt/cc sampai dengan 24.904 pt/cc. Sedangkan untuk rata-rata konsentrasi partikel ultrafine yang dilepas ke udara pada hari aktif sebesar (19.815 ± 1.595) pt/cc. Untuk hari libur rata-rata jumlah kendaraan

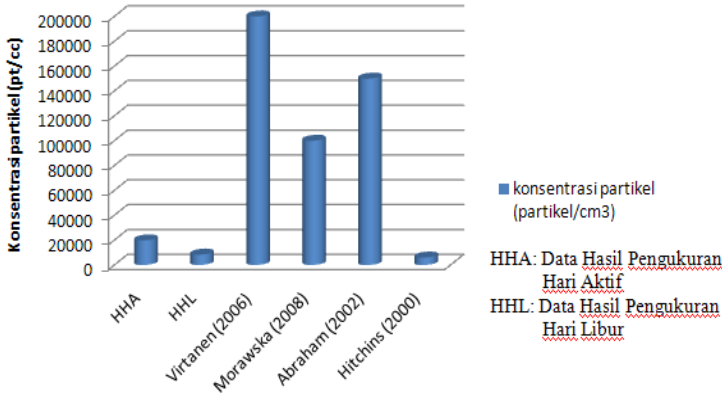
bermotor yang melintas sebanyak 1.304 kendaraan dengan rata-rata konsentrasi partikel ultrafine yang dilepas keudara sebesar (8.368 ± 366) pt/cc. Dari grafik 4.12 juga dapat dilihat bahwa kepadatan lalu lintas yang berada di Universitas Brawijaya terjadi pada hari jum'at. Di mana konsentrasi partikel ultrafine yang terukur pada hari aktif jauh lebih besar dari pada konsentrasi partikel ultrafine yang terukur pada hari libur. Konsentrasi partikel ultrafine yang terukur pada hari aktif khususnya hari jum'at mengalami peningkatan sebesar tiga kali lebih banyak daripada konsentrasi partikel ultrafine yang terukur pada hari libur, dengan adanya peningkatan konsentrasi partikel ultrafine yang berada di udara sekitar Universitas Brawijaya ini maka dapat diketahui bahwa pencemaran udara yang terjadi besarnya tiga kali dari keadaan udara awal.

4.5 Perbandingan Konsentrasi Partikel Ultrafine Dengan Penelitian Sebelumnya

Keberadaan partikel ultrafine di udara banyak menjadi sorotan, hal ini di karenakan sifat dan kandungan senyawa kimia yang dimiliki oleh partikel ultrafine. Konsentrasi partikel ultrafine yang ada di dalam ruangan dan di luar ruangan serta di beberapa tempat berbeda-beda bergantung pada keadaan di sekitar daerah tersebut. Sebagai tambahan informasi, ditampilkan grafik 4.14 yang merupakan perbandingan hasil pengukuran konsentrasi partikel ultrafine di udara bebas Universitas Brawijaya pada hari aktif dan hari libur dengan data hasil penelitian sebelumnya di beberapa daerah (pada daerah jalan raya dan pemukiman padat penduduk). Berdasarkan grafik 4.14, didapatkan hasil bahwa konsentrasi partikel ultrafine di beberapa daerah tidak sama. Data Virtanen (200.000 partikel/cm³), Morawska (100.000 partikel/cm³), dan Abraham (150.000 partikel/cm³) diperoleh di daerah jalan raya sedangkan data Hitchins (6.000 partikel/cm³) diperoleh di daerah pemukiman (padat penduduk). Data hasil pengukuran partikel ultrafine yang di peroleh pada lingkungan Brawijaya (jalan utama) baik pada hari aktif (19.000 partikel/cm³) maupun pada hari libur (8.368 partikel/cm³),

nilai konsentrasi partikel ultrafine yang terukur lebih besar dari pada konsentrasi partikel ultrafine di daerah pemukiman.

Konsentrasi Partikel Ultrafine Dari Berbagai Penelitian



Grafik 4.14 Perbandingan konsentrasi partikel ultrafine dari berbagai penelitian

Partikel ultrafine tidak hanya di temukan di daerah industry dan jalan raya, tetapi juga di kawasan padat penduduk. Dengan keberadaan partikel ultrafine di beberapa tempat ini, maka pejanan partikel ultrafine ke dalam tubuh juga meningkat. Apabila semakin banyak partikel ultrafine yang masuk kedalam tubuh maka dapat mengakibatkan efek *procoagulant* yang mengganggu sirkulasi darah, reaksi radang atau inflamatori pada paru-paru jika partikel yang masuk mengandung senyawa ozon, dapat memodifikasi ikatan kovalen terhadap protein penting intraseluler seperti enzim, jika partikel ultrafine mengandung komponen biologis maka dapat menyebabkan peradangan atau gangguan imunitas, serta dapat mempengaruhi stimulasi system saraf otonom yang mengatur kerja jantung dan saluran nafas (Zaini, 2008).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang pengukuran konsentrasi partikel ultrafine di lingkungan Universitas Brawijaya, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi partikel ultrafine di lingkungan Universitas Brawijaya konsentrasinya tidak sama antara hari senin sampai hari jum'at. Konsentrasi partikel ultrafine tertinggi didapat pada hari jum'at yaitu sekitar $2,5 \times 10^4$ partikel/cm³ dengan jumlah kendaraan bermotor yang melintas sekitar 10.000 kendaraan. Sedangkan untuk konsentrasi partikel ultrafine terendah didapat pada hari selasa dengan konsentrasi partikel ultrafine sekitar $1,5 \times 10^4$ partikel/cm³ dengan jumlah kendaraan bermotor yang melintas sebanyak 7.396 kendaraan. Nilai konsentrasi partikel ultrafine tertinggi pada hari aktif tiga kali lebih besar dari pada konsentrasi partikel ultrafine yang terukur pada hari libur di mana rata-rata konsentrasi partikel ultrafine yang terukur pada hari libur sebesar (8.368 ± 366) pt/cc dengan rata-rata jumlah kendaraan sebanyak 8.368 kendaraan.

Jumlah kendaraan yang melintas di jalan utama Universitas Brawijaya mempunyai hubungan yang sebanding dengan konsentrasi partikel ultrafine yang terukur. Untuk korelasi antara jumlah kendaraan yang melintas dengan konsentrasi partikel ultrafine yang terukur mempunyai hubungan yang sangat kuat yaitu dengan koefisien kelinieran sebesar 0,852.

5.1 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu diperlukan penelitian mengenai berapa banyak partikel ultrafine yang dihasilkan oleh tiap-tiap jenis kendaraan bermotor agar dapat diketahui jenis kendaraan bermotor yang paling banyak menghasilkan partikel ultrafine. Selain itu juga perlu dilakukan pengukuran mengenai kandungan unsur kimia yang terdapat pada partikel ultrafine sehingga dapat diketahui dampak yang akan ditimbulkan dengan keberadaan partikel ultrafine tersebut.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, J.L., Siwinski, G., Hunt, A. 2002. *Ultrafine Particulate Exposures In Indoor, Outdoor, Personal And Mobile Environments: Effects Of Diesel, Traffic, Pottery Kiln, Cooking And HEPA Filtration On Micro-Environmental Particle Number Concentration*. Ann Occup. Vol.46. Page. 406.
- Ansusanto, J.D., dan Yulianti, L.I.M., 2003. *Polusi Transportasi: Dampak Serta Besarnya Kemauan Pencemar Membayar Kompensasi*. Forum Teknik Yogyakarta. Jilid 27.No.1. Hal.83-85.
- Baldasano, J.M., Valera, E., Jimenez, P. 2003. *Air Quality Data From Large Cities*. The Science Of The Total Environment. Vol. 307. Laboratory Of Environmental Modelling Technical University Of California. Page.141-142.
- Beddows, D.C.S and Harrison, R.M. 2008. *Comparison Of Average Particle Number Emission Factors For Heavy And Light Duty Vehicles Derived From Rolling Chassis Dynamometer And Field Studies*. Journal Atmospheric Environment. Vol. 42. Page. 7954.
- Biro Administrasi Perencanaan Dan Sistem Informasi UB. 2009. *UB Dalam Angka Tahun 2005-2009*. Hal.20-36-55.
- Blomqvist, S., Gustafsson, M., Gudmundsson, A. *Ultrafine Particle From Tyre And Pavement Interaction*. Linköping&Lund. Swedia. Page.2-4.
- BPS. 2009. *Badan Pusat Statistik: Perkembangan Kendaraan Bermotor Menurut Jenis Tahun 1987-2009*. BPS Indonesia.
- Carmichael, G.R., Fern, M., Thongboongchoo, N. 2003. *Measurements Of Sulfur Dioxide, Ozone And Ammonia Concentrations In Asia, Africa And South America Using Passive Sampler*. Journal Atmospheric Environment. Vol. 3. Page. 1295.
- Donaldson, K., Stone, V., Clouter, A. 2001. *Occup Environ : Ultrafine Particles*. Vol. 58. Page. 211.

- Faisal, F. dan Ulfah, A.M. 2009. *Korelasi Antara Total Curah Hujan Terhadap Kadar SPM Pada Tahun 2004-2008 Di Jakarta Dalam Proses Pembersihan Atmosfer Oleh Hujan*. Buletin Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika. Vol.5. No.3. 0215-1952. Hal 264-265.
- Geombira, F. 2006. *Analisis Konsentrasi Dan Komposisi Partikulat (TSP, PM₁₀, PM_{2,5}) Di Udara Ambien Kampus Univ Andalas*. Hal.2.
- Gindo, A. dan Hari, B. 2007. *Pengukuran Partikel Udara Ambien (TSP, PM₁₀, PM_{2,5}) Di Sekitar Calon Lokasi PLTN Semenanjung Lemahabang*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengolahan Limbah VI BATAN. 1410-6086. Hal. 220.
- Grieshop, A.P., Lipsky, E.M., Pekney, N.J. 2006. *Fine Particle Emission Factors From Vehicles In A Highway Tunnel: Effects Of Fleet Composition And Season*. Science Direct. Pittsburgh USA. Page. 827.
- Hak, C.S., Hallquist, M., Ljungström, E., Svane, M. 2009. *A New Approach To In Situ Determination Of Roadside Particle Emission Factors Of Individual Vehicles Under Conventional Driving Conditions*. Journal Atmospheric Environment. Vol. 43. Sweden. Page. 2484-2485.
- Hidayati, A.A. 2009. *Polusi Udara*. Pusat Pengembangan Bahan Ajar Ilmu Lingkungan. Bandung. Hal.9-10.
- Hitchins, J., Morawska, L., Wolff, R., Gilbert, D. 2000. *Concentrations Of Micrometre Particles From Vehicle Emissions Near A Major Road*. Journal Atmospheric Environment. Vol. 34. Australia. Page.51-58.
- Irsyad, M. 2001. *Modul Analisa Udara*. ITB. Bandung. Hal.3.
- Jamriska, M and Morawska, L. 2000. *A Model For Determination Of Motor Vehicle Emission Factor From On-road Measurements With A Focus On Submicrometer Particles*. Journal The Science Of The Total Environment. Vol.264. Australia. Page.250-251.
- Kusminingrum, N. 2000. *Pencemaran Udara Dan Manajemen Lalu Lintas Di Indonesia*. Puslitbang Jalan Dan Jembatan. Bandung. Hal.3.

- Lemieux, P.M., Lutes, C.C., Santoianni, D.A. 2003. *Emissions Of Organic air Toxics From Open Burning: A Comprehensive Review*. Progress In Energy and Combustion Science. Vol. 30. Page.3.
- Lestari, F. 2007. *Bahaya Kimia Sampling Dan Pengukuran Kontaminan Kimia Di Udara*. Buku Kedokteran ECG. Jakarta. Hal.6-7.
- Maricq, M.M. 2007. *Chemical Characterization Of Particulate Emissions From Diesel Engines: A Review*. Journal Aerosol Science. Vol. 38. Page. 1079.
- Meyer, C.P., Luhan, A.K., Mitchell, R.M. 2007. *Biomass Burning Emissions Over Northern Australia Constrained By Aerosol Measurements*. Journal Atmospheric Environment. Vol. 42. Australia. Page. 1629.
- Morawska, L and Junfeng, J.Z. 2002. *Combustion Source Of Particles 1. Health Relevance And Source Signatures*. Journal Chemosphere. Vol.49. Page. 1047.
- Morawska, L., Ristovski, Z., Jayaratne, E.R., Keogh, D.U., and Ling, X. 2008. *Ambient Nano And Ultrafine Particles From Motor Vehicle Emissions: Characteristics, Ambient Processing And Implications On Human Exposure*. Paper Atmospheric Environment Australia. Vol.42. Page. 8120.
- Muraleedharan, T.R., Radojevic, M., Waugh, A., Caruana, A. 2000. *Chemical Characterisation Of The Haze In Brunei Darussalam During The 1998 Episode*. Journal Atmospheric Environment. Vol. 34. Brunei Shell Petroleum Co. Brunei Darussalam. Page. 2729.
- Ohlström, M.O., Lehtinen, K.E.J., and Jokiniemi, J.K. 1999. *Fine Particle Emissions Of Energy Production In Finland*. Paper Atmospheric Environment Finland. Vol.34. Page.3701-3711.
- Pirjola, I., Daasonen, P., Pfeiffer, D., Hussein, T., Hameri, K., Koskentalo, K., Virtanen, A., Ronkko, T., Keskinen, J. 2006. *Dispersion Of Particles And Trace Gases Nearby A City Highway: Mobile Laboratory Measurements In Finland*. Journal Atmospheric Environment. Vol. 40. Page.869-870.

- Ristovski, Z.D., Morawska, L., Bofinger, N.D., Hitchins, J. 1998. *Emissions Of Submicrometer Particles From Spark Ignition Vehicles*. Journal Aerosol Science.Vol. 3. Australia. Page. 1002.
- Setiawan, R. 2011. Pembangkit Listrik Tenaga Angin Sebagai Sumber Energi Alternatif Di Parangtritis. Fak.Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.Hal. 3.
- Sinaga, F.M., Ebenezer, L.T., Kuron, M. and Tyas, N.W. 2006. *Pengaruh Bahan Bakar Transportasi Terhadap Pencemaran Udara Dan Solusinya*. Paper Kebijakan Energi Yogyakarta. Hal.2-3.
- SNI. 2005. *Emisi Gas Buang Sumber Tidak Bergerak: Penentuan Partikel Secara Isokinetik*. Badan Standardisasi Nasional.19-711712. Hal.1.
- Sogacheva, L. 2008. *Aerosol Particle Formation : Meteorological And Synoptic Processes Behind The Event*. Atmospheric Sciences And Geophysics. Vol. 100. Germany. Page.7-9.
- Stewart, W.F and Esquire. 2007. *Global Warming And You: The Risk And Opportunities Of Climate Change*. Cozen O'Connor. West Conshohochen. Page. 5.
- Strainer, C., Khlystov, A., Pandis, S. 2004. *Nucleation Events During The Pittsburgh Air Quality Study: Description And Relation To Key Meteorological Gas Phase And Aerosol Parameters*. Journal Aerosol Science And Technology. Vol. 38. Page. 254.
- Suhariyanto, G. dan Tanjung, E. 2004.*Analisis Partikel Udara Di Sekitar Calon Tapak Penambangan Emas Sumatera Utara*. Prosiding Seminar Geologi Nuklir Dan Sumberdaya Tambang BATAN.979-8769-1. Hal. 334-335.
- Suliyanto, M. 2010. *Pemantauan Kebersihan Udara Pada Daerah Pengoperasian Hot Cell Instalasi Radiometalurgi*. Seminar Nasional VI BATAN: SDM Teknologi Nuklir Yogyakarta. 1978-0176. Hal.528-530.
- Wiedy. 2010. *Partikulat*.
<http://korkejdalle.wordpress.com/2010/07/05/partikulat>.
 Tanggal Akses 7 Juni 2011.

- Wikipedia^a. 2011. *Ultrafine Particle*.
<http://en.wikipedia.org/wiki/ultrafine-particle>. Tanggal Akses 12 Juni 2011.
- Wikipedia^b. 2011. *Universitas Brawijaya*.
<http://en.wikipedia.org/wiki/universitas-brawijaya>. Tanggal Akses 22 September 2011.
- Wikipedia^c. 2011. *Emisi Gas Buang*.
<http://id.wikipedia.org/wiki/emisigasbuang>. Tanggal Akses 12 Juni 2011.
- Wordpress^a. 2009. *Gas Buang Kendaraan Bermotor*.
<http://smk3ae.wordpress.com/2009/03/15/gas-buang-kendaraan-bermotor>. Tanggal Akses 7 Juni 2011.
- Wordpress^b. 2010. *Faktor Emisi*.
<http://ultrawomen.wordpress.com/faktor-emisi>. Tanggal Akses 12 Juni 2011.
- Wordpress^c. 2010. *Debu*.
<http://ultrawomen.wordpress.com/2010/02/14/Debu>. Tanggal Akses 7 Juni 2011.
- Yu, H.C., Hsiao, P.C., Cheng, J.H. 2011. *Short-term Exposure To PM₁₀, PM_{2.5}, Ultrafine Particles And CO₂ For Passengers At An Intercity Bus Terminal*. Journal Atmospheric Environment. Vol. 45. Page. 2038.
- Zaini, Jamal. 2008. *Dampak Polusi Udara Terhadap Kesehatan*. *Majalah Inovasi*. Edisi 10/XX/Mar 2008.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran 1

Foto Keadaan Lingkungan UB dan Pengambilan Data



(a) Kendaraan bermotor di lingkungan UB



(b) Lokasi pengambilan data di pagi hari saat di sapu



(c) Posisi pengambilan data

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



Lampiran 2

Data Jumlah Kendaraan, Konsentrasi Partikel Ultrafine, Suhu Dan Kecepatan Angin

13 September 2011

waktu	jumlah kendaraan		total kendaraan	konsentrasi partikel (pt/cc)	suhu (celcius)	kec.angin (m/s)
	mobil	sepeda				
07.07-07.12	31	191	222	26962	25.7	0.95
07.12-07.17	30	173	203	21652	25.5	0.31
07.17-07.22	32	179	211	23242	25	0.32
07.22-07.27	33	151	184	17777	24.6	1.16
07.27-07.32	21	167	188	18317	24.4	0.74
07.32-07.37	33	213	246	32192	26	0.61
07.37-07.42	36	201	237	28895	25.8	0.42
07.42-07.49	46	207	253	31425	25.8	0.35
08.00-08.05	21	136	157	29610	25.1	0.37
08.05-08.10	27	162	189	21506	26.4	0.42
08.10-08.15	30	116	146	17673	26.4	0.12
08.15-08.20	28	104	132	13800	26.7	0.36
08.20-08.25	22	102	124	11426	28	0.64
08.25-08.30	25	137	162	14223	28.7	0.58
08.30-08.35	31	115	146	12494	29.1	0.2
08.35-08.40	22	105	127	10202	29.2	0.24
09.01-09.06	20	107	127	10022	29	0.25
09.06-09.11	24	118	142	11259	29.4	0.14
09.11-09.16	25	128	153	10916	30.2	0.46
09.16-09.21	40	129	169	11938	30.1	0.46
09.21-09.26	31	134	165	11764	31.1	0.35
09.26-09.31	22	136	158	11305	30.5	0.48
09.31-09.36	19	107	126	11471	31.6	0.17
09.36-09.41	21	109	130	11422	32.1	0.53

12.25-12.30	28	134	162	13114	31.2	1.17
12.30-12.35	30	147	177	19466	32.7	0.56
12.35-12.40	23	102	125	10571	33.1	0.15
12.40-12.45	21	122	143	11928	33.7	0.33
12.45-12.50	26	137	163	16614	34	0.33
12.50-12.55	33	112	145	16136	33.5	0.36
12.55-13.00	31	128	159	17002	34.4	0.9
13.00-13.05	24	108	132	11451	35.6	0.36
13.05-13.10	32	94	126	8696	35.7	1.39
13.10-13.15	22	102	124	10830	36	0.13
13.15-13.20	21	117	138	11448	36	0.7
13.20-13.25	22	98	120	8910	35.7	0.44
13.25-13.30	23	103	126	13178	35.7	1.38
13.30-13.35	18	139	157	17797	35.3	0.36
13.35-13.40	15	101	116	9858	35.6	0.34
13.45-13.50	26	121	147	12072	33.3	0.34
15.16-15.21	21	104	125	8776	32.5	0.38
15.21-15.26	30	98	128	9193	33	0.4
15.26-15.31	26	88	114	6964	33	0.13
15.31-15.36	28	102	130	11302	30.8	0.28
15.36-15.41	31	113	144	13287	31.8	0.4
15.41-15.46	26	84	110	9845	31.7	0.29
15.46-15.51	29	129	158	12948	31.7	0.55
15.51-15.56	27	103	130	9861	31.5	0.5

14 September 2011

waktu	jumlah kendaraan		total kendaraan	konsentrasi partikel (pt/cc)	suhu (celcius)	kec. angin (m/s)
	mobil	sepeda				
07.18-07.23	49	129	178	19325	22.6	0.73
07.23-07.28	55	170	225	23100	23	0.51
07.28-07.33	42	174	216	21488	24.2	0.29
07.33-07.38	64	194	258	37820	23.6	1.02

07.38-07.43	42	187	229	30931	23.2	0.33
07.43-07.48	47	183	230	26600	23	0.33
07.48-07.53	25	147	172	23911	22.8	0.52
07.53-07.58	49	113	162	23177	22.9	0.68
08.00-08.05	49	212	261	49670	24	1.23
08.05-08.10	32	201	233	47038	24.3	0.23
08.10-08.15	36	222	258	36190	25.2	0.58
08.15-08.20	39	208	247	31982	26.2	0.56
08.20-08.25	28	195	223	39330	25.3	1.62
08.25-08.30	41	342	383	44754	27.1	2.1
08.30-08.35	46	212	258	34654	28	1.07
08.35-08.40	33	263	296	48938	27.1	0.33
09.00-09.05	25	114	139	11664	28.2	1.21
09.05-09.10	28	112	140	8875	28.2	0.82
09.10-09.15	26	218	244	42137	29.1	1.36
09.15-09.20	36	186	222	28048	29.3	1.26
09.20-09.25	31	178	209	19425	29.3	1.27
09.25-09.30	40	208	248	27662	30.1	0.28
09.30-09.35	24	165	189	27208	30.1	0.39
09.35-09.40	38	203	241	35991	30.3	0.44
12.00-12.05	20	216	236	26324	32.8	0.54
12.05-12.10	34	166	200	19788	32.7	0.2
12.10-12.15	43	170	213	23028	33	0.07
12.15-12.20	42	168	210	21734	33.2	0.21
12.20-12.25	34	116	150	13871	33.2	0.41
12.25-12.30	40	126	166	15514	34.1	0.78
12.30-12.35	43	118	161	15766	33.5	0.36
12.35-12.40	45	213	258	17588	34.1	0.93
13.00-13.05	25	109	134	15481	34.3	1.18
13.05-13.10	34	134	168	12970	33.5	0.09
13.10-13.15	33	129	162	11888	32.5	0.41
13.15-13.20	39	162	201	13255	32.9	0.61
13.20-13.25	36	91	127	10295	32.1	0.45

13.25-13.30	54	225	279	17699	32	1.34
13.30-13.35	40	129	169	10122	31.7	0.36
13.35-13.40	38	175	213	12645	31.8	0.45
15.03-15.08	26	122	148	11838	29.6	0.14
15.08-15.13	36	147	183	12216	26.6	0.33
15.13-15.18	21	91	112	8660	26.1	0.31
15.18-15.23	27	112	139	15643	25.3	0.73
15.23-15.28	37	84	121	13338	25.2	0.23
15.28-15.33	33	108	141	12555	24.9	0.17
15.33-15.38	24	90	114	11484	24.8	0.55
15.38-15.43	22	89	111	9760	24.8	0.74

15 September 2011

waktu	jumlah kendaraan		total kendaraan	konsentrasi partikel (pt/cc)	suhu (celcius)	kec. angin (m/s)
	mobil	sepeda				
07.10-07.15	38	196	234	46667	23.1	0.07
07.15-07.20	32	128	160	18263	23.4	0.14
07.20-07.25	23	176	199	21835	23.2	0.21
07.25-07.30	34	174	208	23374	23.6	0.41
07.30-07.35	46	118	164	16004	24	0.27
07.35-07.40	44	157	201	29907	24.5	0.11
07.40-07.45	47	119	166	21224	24.7	0.26
07.45-07.50	39	128	167	20465	25.4	1.04
08.00-08.05	31	185	216	29414	25.6	0.18
08.05-08.10	31	195	226	42700	25.3	0.25
08.10-08.15	27	175	202	34214	26	0.34
08.15-08.20	35	195	230	37467	25.8	0.34
08.20-08.25	39	177	216	44192	26.5	0.29
08.25-08.30	13	134	147	29543	27.4	0.08
08.30-08.35	12	109	121	17444	27.3	0.33
08.35-08.40	21	118	139	24645	26.4	0.3
09.00-09.05	21	88	109	5876	28.6	0.28

09.05-09.10	18	92	110	4003	28.4	0.18
09.10-09.15	42	167	209	27814	28.7	0.14
09.15-09.20	28	218	246	41419	29.3	0.26
09.20-09.25	36	212	248	33614	29.8	0.66
09.25-09.30	43	184	227	28539	30.2	0.66
09.30-09.35	32	199	231	32595	30.6	0.12
09.35-09.40	23	167	190	27648	29.3	0.3
12.06-12.11	46	159	205	16750	35.6	0.05
12.11-12.16	38	169	207	16148	35.2	0.24
12.16-12.21	42	152	194	14842	35	0.33
12.21-12.26	63	146	209	13680	34.8	1.24
12.26-12.31	52	170	222	21222	34.8	0.72
12.31-12.36	32	134	166	16732	35	0.41
12.36-12.41	18	129	147	13580	34.7	0.93
12.41-12.46	14	189	203	16433	34.9	0.21
13.00-13.05	38	154	192	12434	35.1	0.08
13.05-13.10	43	121	164	15337	35	1.08
13.10-13.15	26	168	194	20580	34.5	0.24
13.15-13.20	37	181	218	20343	34.8	0.24
13.20-13.25	34	134	168	14009	34.1	0.3
13.25-13.30	36	146	182	17834	33.2	0.13
13.30-13.35	46	168	214	18588	32.8	0.2
13.35-13.40	37	188	225	29186	33.3	0.29
15.00-15.05	29	87	116	8808	32.5	0.53
15.05-15.10	27	145	172	12367	31.5	0.42
15.10-15.15	11	91	102	8449	30.8	0.33
15.15-15.20	22	144	166	11038	29.9	0.44
15.20-15.25	26	152	178	13636	29.2	0.31
15.25-15.30	18	101	119	9335	28.8	0.13
15.30-15.35	17	99	116	8978	28.3	0.42
15.35-15.40	22	79	101	7434	28.2	0.38

19 September 2011

waktu	jumlah kendaraan		total kendaraan	konsentrasi partikel (pt/cc)	suhu (celcius)	kec. angin (m/s)
	mobil	sepeda				
07.15-07.20	46	181	227	38571	23.2	0.11
07.20-07.25	37	174	211	30299	23.1	0.14
07.25-07.30	28	203	231	34964	23.8	1.17
07.30-07.40	39	153	192	30572	23	0.48
07.40-07.45	49	169	218	36852	22.8	0.18
07.45-07.50	34	187	221	36974	23.3	0.24
07.50-07.55	44	194	238	23982	23.1	0.44
07.55-08.00	26	162	188	33994	23	0.38
08.11-08.16	25	179	204	27084	23.1	0.44
08.16-08.21	43	176	219	26205	24.2	0.52
08.21-08.26	40	198	238	32163	25.1	0.63
08.26-08.31	35	169	204	23729	25.1	0.29
08.31-08.36	38	132	170	17933	24.1	0.36
08.36-08.41	28	140	168	16659	25.4	0.43
08.41-08.46	33	170	203	21669	25.6	0.51
08.46-08.51	35	193	228	33146	26.1	1.03
09.00-09.05	45	203	248	42404	25.8	1.28
09.05-09.10	42	198	240	30346	26	0.35
09.10-09.15	23	159	182	29592	25.8	0.17
09.15-09.20	42	143	185	24998	26.6	0.28
09.20-09.25	36	121	157	11636	25.7	2.92
09.26-09.31	43	139	182	18180	26.6	1.68
09.31-09.36	49	178	227	23198	26.1	1.43
09.36-09.41	42	183	225	23232	26.7	0.48
12.39-12.44	50	153	203	27903	32.2	0.52
12.44-12.49	46	221	267	33015	33	1.2
12.49-12.54	32	206	238	25438	32.7	0.13

12.54-12.59	41	213	254	23157	31.1	0.56
12.59-13.04	25	222	247	24169	31.8	1.83
13.04-13.09	51	201	252	26710	32.9	0.22
13.09-13.14	44	187	231	25722	32.5	0.43
13.14-13.19	46	158	204	22042	32.2	0.75
13.19-13.24	31	169	200	22174	35.3	0.31
13.24-13.29	42	291	333	24765	34.5	0.4
13.29-13.34	26	130	156	22569	34.2	1.8
13.34-13.39	39	153	192	18579	34.1	0.98
13.39-13.44	37	146	183	18192	34.2	1.2
13.44-13.49	32	150	182	17880	33.6	0.52
13.49-13.54	27	164	191	20506	32.6	0.1
13.54-13.59	31	172	203	16637	32.4	0.42
15.22-15.27	26	125	151	9686	28.5	0.25
15.27-15.32	38	148	186	12519	27.9	0.37
15.32-15.37	37	121	158	11476	27.9	1.42
15.37-15.42	39	158	197	16044	28.1	0.17
15.42-15.47	47	166	213	17370	28.7	1.17
15.47-15.52	36	121	157	13428	29	1.26
15.52-15.57	32	132	164	17504	28.9	0.2
15.57-16.02	35	126	161	17236	28.1	0.38

22 September 2011

waktu	jumlah kendaraan		total kendaraan	konsentrasi partikel (pt/cc)	suhu (celcius)	kec.angin (m/s)
	mobil	sepeda				
07.18-08.23	31	198	229	26760	21.3	0.27
07.23-07.28	34	124	158	16947	21.3	0.11
07.28-07.33	28	209	237	25920	21.4	0.3
07.33-07.38	38	178	216	18045	21.6	0.31
07.38-07.43	26	127	153	26652	21.7	0.28
07.43-07.48	41	181	222	23475	21.6	0.52
07.48-07.53	45	214	259	42278	22.3	0.76

07.53-07.58	47	227	274	43085	22.5	0.47
08.00-08.05	39	132	171	29109	24.3	1.39
08.05-08.10	36	128	164	28472	24.9	0.7
08.10-08.15	33	118	151	26825	24.8	0.31
08.15-08.20	31	114	145	29432	24.8	0.67
08.20-08.25	23	118	141	25696	25.5	0.46
08.25-08.30	35	78	113	17916	25.7	0.42
08.30-08.35	28	117	145	24735	24.5	1.03
08.35-08.40	31	143	174	22850	23	1.04
09.00-09.05	37	153	190	29502	23.1	0.4
09.05-09.10	39	164	203	33342	23.1	0.61
09.10-09.15	29	147	176	28094	23.1	0.18
09.15-09.20	35	116	151	23270	23.3	1.12
09.20-09.25	29	160	189	27735	23.3	0.41
09.25-09.30	43	154	197	30502	23.7	0.65
09.30-09.35	33	169	202	40997	23.9	1.09
09.35-09.40	21	151	172	24398	23.8	0.48
12.16-12.21	25	84	109	17834	30.6	1.12
12.21-12.26	28	89	117	18451	31.7	1.93
12.26-12.31	11	113	124	19053	30.1	1.13
12.31-12.36	11	148	159	22276	30.1	1.64
12.36-12.41	23	81	104	14315	30.7	1.15
12.41-12.46	12	164	176	22798	30.2	1.77
12.46-12.51	23	92	115	15377	31.5	1.4
12.51-12.56	12	131	143	19100	30.3	1.27
13.00-13.05	17	124	141	18345	29.7	1.15
13.05-13.10	32	167	199	17582	28.9	0.78
13.10-13.15	20	118	138	16356	29.4	1.59
13.15-13.20	30	182	212	24824	28.8	0.94
13.20-13.25	11	111	122	12396	28.2	0.98
13.25-13.30	24	104	128	12297	28.9	0.91
13.30-13.35	17	96	113	9970	27.4	0.66

13.35-13.40	25	189	214	24738	27.4	1.21
15.05-15.10	22	115	137	11519	28.8	0.92
15.10-15.15	22	128	150	13275	29.3	1.51
15.15-15.20	19	147	166	21963	29.4	1.11
15.20-15.25	23	173	196	21630	28	1.21
15.25-15.30	31	109	140	12525	28.9	1.45
15.30-15.35	25	118	143	12133	29	0.35
15.35-15.40	22	156	178	12983	29.2	1.72
15.40-15.45	18	103	121	12361	29.2	0.76

23 September 2011

waktu	jumlah kendaraan		total kendaraan	konsentrasi partikel (pt/cc)	suhu (celcius)	kec. angin (m/s)
	mobil	sepeda				
07.13-07.18	41	198	239	20836	21.8	0.38
07.18-07.23	22	149	171	27871	21.9	0.95
07.23-07.28	37	154	191	21996	21.9	0.78
07.28-07.33	25	171	196	24477	21.7	0.46
07.33-07.38	30	198	228	33240	21.8	0.37
07.38-07.43	38	160	198	21185	22.1	0.32
07.43-07.48	23	142	165	22029	22	0.65
07.48-07.53	63	218	281	29806	22	0.78
08.00-08.05	25	201	226	31573	22.1	0.42
08.05-08.10	66	221	287	30287	22.3	1.01
08.10-08.15	40	223	263	31431	22.4	1.69
08.15-08.20	42	188	230	27578	22.4	1.94
08.20-08.25	46	208	254	33616	22.2	1.14
08.25-08.30	21	203	224	35489	22.8	1.58
08.30-08.35	32	140	172	28083	23.1	0.77
08.35-08.40	56	198	254	33463	22.2	0.92
09.03-09.08	22	162	184	26102	22.5	1.07
09.08-09.13	41	180	221	29618	22.4	1.13

09.13-09.18	35	202	237	30384	22.6	1.23
09.18-09.23	28	177	205	22570	22.6	1.55
09.23-09.28	33	168	201	24301	23.8	0.44
09.28-09.33	33	160	193	23044	23.3	0.31
09.33-09.38	31	145	176	21698	23.8	1.3
09.38-09.43	45	172	217	25804	23.8	2.3
12.14-12.19	31	198	229	32208	30.9	1.09
12.19-12.24	32	210	242	34586	31.3	1.33
12.24-12.29	45	204	249	32967	29.7	0.95
12.29-12.34	41	181	222	29046	29.3	0.86
12.34-12.39	38	197	235	34557	29.9	0.7
12.39-12.44	30	220	250	34821	29.4	1.44
12.44-12.49	51	218	269	34821	29.1	0.71
12.49-12.54	27	165	192	25165	30	0.52
12.54-13.04	37	134	171	19283	29.6	0.63
13.04-13.09	35	166	201	25653	30.2	0.98
13.09-13.14	53	114	167	14543	31.3	0.66
13.14-13.19	32	107	139	17731	30.7	1.01
13.19-13.24	37	121	158	15838	30.8	1.37
13.24-13.29	57	186	243	28190	29.2	1.86
13.29-13.34	64	134	198	14276	30.3	1.76
13.34-13.39	53	116	169	11460	31	0.8
15.28-15.33	14	109	123	12078	27.6	0.51
15.33-15.38	12	177	189	19667	28.9	1.6
15.38-15.43	18	117	135	17226	28.8	1.47
15.43-15.48	10	182	192	21414	29.2	0.8
15.48-15.53	33	276	309	14580	29.8	1.81
15.53-15.58	12	121	133	13205	28.8	1.26
15.58-16.03	35	189	224	19904	28.7	1.29
16.03-16.08	11	138	149	15678	28.8	0.92

26 September 2011

waktu	jumlah kendaraan		total kendaraan	konsentrasi partikel (pt/cc)	suhu (celcius)	kec. angin (m/s)
	mobil	sepeda				
08.06-08.11	26	98	124	11478	24.3	1.16
08.11-08.16	36	112	148	16624	23.5	2.13
08.16-08.21	28	101	129	11572	24.8	0.1
08.21-08.26	32	168	200	22906	24.7	0.97
08.26-08.31	48	141	189	18215	24.5	1.2
08.31-08.36	36	136	172	13030	25.4	0.3
08.36-08.41	25	268	293	33715	25.2	2.13
08.41-08.46	32	186	218	20769	25.2	0.35
09.00-09.05	41	116	157	15657	25.4	0.13
09.05-09.10	24	149	173	15286	25.9	1.7
09.10-09.15	29	121	150	18323	26.1	0.35
09.15-09.20	31	143	174	24974	25.2	0.18
09.20-09.25	22	169	191	29729	26	0.28
09.25-09.30	31	138	169	13606	26.5	0.22
09.30-09.35	19	120	139	9606	27.5	0.29
09.35-09.40	22	108	130	10567	28.3	0.62
12.27-12.32	33	206	239	15436	33.1	0.75
12.32-12.37	22	114	136	14022	33.8	0.33
12.37-12.42	25	127	152	17682	32.1	1.33
12.42-12.47	20	157	177	19319	32.5	0.77
12.47-12.52	29	131	160	14270	32.3	0.32
12.52-12.57	16	122	138	11797	33.1	0.43
12.57-13.02	15	92	107	11011	33.2	0.78
13.02-13.07	17	105	122	13945	33.4	1.06
13.10-13.15	36	174	210	12819	33.6	0.65
13.15-13.20	29	139	168	11344	32.3	0.31
13.20-13.25	16	106	122	8810	32.1	1.68
13.28-13.33	25	113	138	11715	33	0.25

13.33-13.38	30	147	177	17763	33.1	0.21
13.38-13.43	34	105	139	9596	31.7	0.54
13.43-13.48	43	117	160	10081	32.4	0.43
13.48-14.03	35	119	154	10522	33.2	0.18
15.13-15.18	42	155	197	15594	32	0.22
15.18-15.23	17	94	111	11111	31.1	0.75
15.23-15.28	47	157	204	10341	30.9	1.12
15.28-15.33	29	97	126	8839	31.6	0.21
15.33-15.38	27	105	132	8519	31.6	0.15
15.38-15.43	31	157	188	11170	30.2	0.27
15.43-15.48	22	152	174	12407	29.2	0.49
15.48-15.53	34	181	215	19046	30.2	0.14

28 September 2011

waktu	jumlah kendaraan		total kendaraan	konsentrasi partikel (pt/cc)	suhu (celcius)	kec.angi n (m/s)
	mobil	sepeda				
08.09-08.14	13	189	202	32786	23.5	1.29
18.14-08.19	23	157	180	23910	23.9	0.38
08.19-08.24	39	148	187	24614	24	0.31
08.24-08.29	12	111	123	20205	23.9	1.16
08.29-08.34	32	164	196	28898	24.6	0.74
08.34-08.39	33	159	192	29708	24.3	0.76
08.39-08.44	32	128	160	20546	24.4	1.29
08.44-08.49	28	173	201	25597	25	0.61
09.00-09.05	25	147	172	16985	24.9	0.35
09.05-09.10	43	182	225	23489	25.6	0.49
09.10-09.15	31	204	235	27580	25.2	1.9
09.15-09.20	29	180	209	21970	26	0.13
09.20-09.25	29	187	216	21464	25.9	0.08
09.25-09.30	31	204	235	28909	26.1	0.12
09.30-09.35	34	184	218	21359	27.5	1.14

09.35-09.40	38	169	207	19152	26.4	0.44
12.14-12.19	27	119	146	22566	30.4	0.75
12.19-12.24	35	191	226	21807	30.8	1.81
12.24-12.29	35	122	157	18965	31.9	0.62
12.29-12.34	33	147	180	24397	32.9	1.69
12.34-12.39	36	174	210	24120	33.8	1.36
12.39-12.44	28	143	171	15024	31.6	0.53
12.44-12.49	31	133	164	16548	32	2.34
12.49-12.54	28	125	153	19843	32.2	0.22
13.00-13.05	16	133	149	10707	32.6	0.66
13.05-13.10	35	138	173	14342	32.1	0.95
13.10-13.15	22	113	135	13890	31.9	0.14
13.15-13.20	17	128	145	12950	33.6	0.53
13.20-13.25	33	163	196	14811	32.2	0.28
13.25-13.30	36	146	182	11154	31.6	0.37
13.30-13.35	22	123	145	9996	32.1	0.39
13.35-13.40	25	130	155	9932	31.3	3.14
15.12-15.17	23	117	140	8969	30.7	0.65
15.17-15.22	26	98	124	8974	32.1	1.22
15.22-15.27	33	111	144	9974	30	0.13
15.27-15.32	29	124	153	10127	29.9	0.58
15.32-15.37	48	111	159	10194	29.6	0.19
15.37-15.42	39	108	147	8979	29.6	0.49
15.42-15.47	27	140	167	10600	29.4	0.35
15.47-15.52	26	125	151	10623	28.7	0.18

29 September 2011

waktu	jumlah kendaraan		total kendaraan	konsentrasi partikel (pt/cc)	suhu (celcius)	kec. angin (m/s)
	mobil	Sepeda				
08.09-08.14	30	114	144	17622	23	0.75
08.14-08.19	32	98	130	16830	23.1	0.18
08.19-08.24	45	106	151	14940	22.9	0.16
08.24-08.29	33	120	153	17679	23.1	0.07
08.29-08.34	29	116	145	13495	23.3	0.35
08.34-08.39	17	105	122	12733	23.7	0.08
08.39-08.44	21	104	125	11623	23.2	0.12
08.44-08.49	19	118	137	11087	23.4	0.13
09.04-09.09	36	144	180	15905	25.4	0.27
09.09-09.14	18	301	319	15814	24.7	0.63
09.14-09.19	18	138	156	14129	25.6	0.3
09.19-09.24	26	153	179	15519	26.1	0.35
09.24-09.29	32	145	177	14592	27	0.24
09.29-09.34	31	191	222	15060	26.6	2.62
09.34-09.39	12	226	238	15486	26.6	0.12
09.39-09.44	21	107	128	12341	27	0.28
12.01-12.06	21	114	135	13090	33.9	0.88
12.06-12.11	23	121	144	10800	32.6	0.57
12.11-12.16	15	106	121	13119	33.8	0.11
12.16-12.21	23	101	124	13594	34.9	1.23
12.21-12.26	40	156	196	16884	32.6	0.51
12.26-12.31	27	172	199	15342	32.4	0.29
12.31-12.36	20	165	185	14745	31.4	0.39
12.36-12.41	33	121	154	16898	31	0.78
13.00-13.05	18	105	123	16937	33	0.31
13.05-13.10	23	112	135	15864	33.1	0.19
13.10-13.15	26	121	147	15364	32.9	0.5
13.15-13.20	23	132	155	18176	32.4	0.16

13.20-13.25	27	128	155	17285	32.9	0.12
13.25-13.30	16	103	119	11918	33.3	0.43
13.30-13.35	28	135	163	20197	31.8	0.27
13.35-13.40	18	123	141	11585	32.1	0.33
15.02-15.07	25	127	152	16899	33.5	1.09
15.07-15.12	12	133	145	13181	32.8	0.18
15.12-15.17	24	129	153	25536	32	0.29
15.17-15.22	21	102	123	19435	32	0.28
15.22-15.27	45	162	207	28525	31	0.34
15.27-15.32	36	129	165	13020	30.8	0.3
15.32-15.37	16	86	102	9563	31.8	0.12
15.37-15.42	37	166	203	19539	31	0.46

22 Oktober 2011

waktu	jumlah kendaraan		total kendaraan	konsentrasi partikel (pt/cc)	suhu (celcius)	kec. angin (m/s)
	mobil	sepeda				
08.43-08.48	24	46	70	11127	24.6	0.22
08.48-08.53	11	38	49	11306	24.7	0.48
08.53-08.58	24	29	53	8754	25.2	0.2
08.58-09.03	23	42	65	11767	24.7	0.71
09.03-09.08	13	31	44	8963	25.6	1.07
09.08-09.18	17	22	39	9269	25.2	0.78
09.18-09.23	22	30	52	9857	25.4	0.61
09.23-09.28	24	23	47	9133	25.7	0.21
09.28-09.33	26	46	72	11391	26.6	0.45
09.33-09.38	20	41	61	9309	26.3	0.24
09.38-09.43	19	27	46	7132	27.6	0.33
12.40-12.45	8	38	46	10354	25.1	0.2
12.45-12.50	21	37	58	10729	25.9	0.19
12.50-12.55	22	42	64	15640	26.7	0.2
12.55-13.00	20	39	59	10627	27.9	0.3

13.00-13.05	19	29	48	8301	26.8	0.74
13.05-13.10	21	32	53	8429	29.9	0.6
13.10-13.15	13	27	40	6457	30.9	0.98
13.15-13.20	16	30	46	7615	29.9	0.53
13.20-13.25	28	28	56	13167	31.9	1.11
13.30-13.35	20	26	46	8438	32.8	1.29
13.35-13.40	17	22	39	5876	29.6	0.82
15.47-15.52	6	21	27	3509	29.7	0.67
15.52-15.47	16	32	48	8447	30.2	0.48
15.47-16.02	16	31	47	7733	28.8	0.15
16.02-16.07	22	35	57	7285	29.2	0.1
16.07-16.12	26	37	63	7456	28.1	0.29

30 Oktober 2011

waktu	jumlah kendaraan		total kendaraan	konsentrasi partikel (pt/cc)	suhu (celcius)	kec. angin (m/s)
	Mobil	Sepeda				
07.11-07.16	13	38	51	10844	24.2	0.06
07.16-07.21	14	29	43	10128	24.2	0.17
07.21-07.26	16	34	50	10305	23.7	1.1
07.26-07.31	21	30	51	9069	23.4	0.04
07.31-07.36	13	28	41	8705	23.8	0.12
07.36-07.41	18	31	49	9555	24	0.11
07.41-07.46	16	22	38	9684	23.2	0.09
07.46-07.51	11	39	50	10038	23	0.12
08.00-08.05	17	34	51	11709	23.2	0.08
08.05-08.10	13	36	49	12708	23.1	0.4
08.10-08.15	15	38	53	19073	23.6	1.16
08.15-08.20	11	31	42	10358	24	1.07
08.20-08.25	13	33	46	14359	24.1	0.23
08.25-08.30	10	42	52	14541	24.4	0.33
08.30-08.35	9	36	45	9952	25.2	0.68

08.35-08.40	5	34	39	9022	25	0.33
12.00-12.05	11	21	32	9926	28.2	1.21
12.05-12.10	11	17	28	7925	30.1	0.43
12.10-12.15	8	25	33	8261	30.8	1.09
12.15-12.20	4	31	35	8932	31.6	0.29
12.20-12.25	12	36	48	10661	31.3	0.36
12.25-12.30	9	30	39	8333	30.7	0.5
12.30-12.35	6	17	23	7778	31.4	0.42
12.35-12.40	3	25	28	7166	31.8	0.9
15.11-15.16	12	11	23	6764	28.6	0.36
15.16-15.21	8	18	26	6764	28.6	0.33
15.21-15.26	11	25	36	8597	27.8	1.07
12.26-15.31	11	32	43	9464	27.7	0.71
15.31-15.36	7	37	44	8337	26.4	0.15
15.36-15.41	9	16	25	7980	27	0.06



Lampiran 3

Data jumlah kendaraan dan konsentrasi partikel tiap jam

13 Sep '11

Waktu	Jumlah kendaraan		Total kendaraan	Rata-rata konsentrasi partikel (pt/cc)
	Mobil	Sepeda motor		
07.00-08.00	262	1482	1744	25058
08.00-09.00	206	977	1183	16367
09.00-10.00	202	968	1170	11262
12.00-13.00	216	990	1206	14535
13.00-14.00	179	875	1054	11599
15.00-16.00	218	821	1039	10272

14 Sep '11

Waktu	Jumlah kendaraan		Total kendaraan	Rata-rata konsentrasi partikel (pt/cc)
	Mobil	Sepeda motor		
07.00-08.00	373	1297	1670	25794
08.00-09.00	304	1855	2159	41570
09.00-10.00	248	1384	1632	22126
12.00-13.00	301	1293	1594	19202
13.00-14.00	299	1154	1453	13044
15.00-16.00	226	843	1069	11937

15 Sep '11

Waktu	Jumlah kendaraan		Total kendaraan	Rata-rata konsentrasi partikel (pt/cc)
	Mobil	Sepeda motor		
07.00-08.00	303	1196	1499	24717
08.00-09.00	209	1288	1497	32452
09.00-10.00	243	1327	1570	25189
12.00-13.00	305	1248	1553	16173
13.00-14.00	297	1260	1557	18539
15.00-16.00	172	898	1070	10006

19 Sep '11

Waktu	Jumlah kendaraan		Total kendaraan	Rata-rata konsentrasi partikel (pt/cc)
	Mobil	Sepeda motor		
07.00-08.00	303	1423	1726	33276
08.00-09.00	277	1357	1634	24824
09.00-10.00	322	1324	1646	25448
12.00-13.00	335	1561	1896	26020
13.00-14.00	265	1375	1640	20163
15.00-16.00	290	1097	1387	14408

22 Sep '11

Waktu	Jumlah kendaraan		Total kendaraan	Rata-rata konsentrasi partikel (pt/cc)
	Mobil	Sepeda motor		
07.00-08.00	290	1458	1748	27784
08.00-09.00	256	948	1204	25630
09.00-10.00	266	1214	1480	29730
12.00-13.00	145	902	1047	18651
13.00-14.00	176	1091	1267	17064
15.00-16.00	182	1049	1231	14797

23 Sep '11

Waktu	Jumlah kendaraan		Total kendaraan	Rata-rata konsentrasi partikel (pt/cc)
	Mobil	Sepeda motor		
07.00-08.00	279	1390	1669	25180
08.00-09.00	328	1582	1910	31440
09.00-10.00	268	1366	1634	25440
12.00-13.00	295	1593	1888	32271
13.00-14.00	368	1078	1446	18372
15.00-16.00	145	1309	1454	16719

26 Sep '11

Waktu	Jumlah kendaraan		Total kendaraan	Rata-rata konsentrasi partikel (pt/cc)
	Mobil	Sepeda motor		
08.00-09.00	263	1210	1473	18539
09.00-10.00	219	1064	1283	17219
12.00-13.00	177	1054	1231	14685
13.00-14.00	248	1020	1268	11581
15.00-16.00	249	1098	1347	12128

28 Sep '11

Waktu	Jumlah kendaraan		Total kendaraan	Rata-rata konsentrasi partikel (pt/cc)
	Mobil	Sepeda motor		
08.00-09.00	212	1229	1441	25783
09.00-10.00	260	1457	1717	22613
12.00-13.00	253	1154	1407	20409
13.00-14.00	206	1074	1306	12223
15.00-16.00	251	934	1185	9805

29 Sep '11

Waktu	Jumlah kendaraan		Total kendaraan	Rata-rata konsentrasi partikel (pt/cc)
	Mobil	Sepeda motor		
08.00-09.00	226	881	1107	14501
09.00-10.00	194	1405	1599	14856
12.00-13.00	202	1056	1258	14309
13.00-14.00	179	959	1138	15916
15.00-16.00	216	1034	1250	18212

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 4

Data Pengukuran P-Trak Untuk Hari Aktif

Model:	P-Trak	09/13/2011	07:08:26	35740
Model Number:	8525	09/13/2011	07:08:36	26980
Serial Number:	8525-03100007	09/13/2011	07:08:46	37660
Test ID:	014	09/13/2011	07:08:56	24450
Test Abbreviation:		09/13/2011	07:09:06	32990
Start Date:	09/13/2011	09/13/2011	07:09:16	32200
Start Time:	07:06:46	09/13/2011	07:09:26	24750
Duration (dd:hh:mm:ss):	0:01:37:50	09/13/2011	07:09:36	21130
Time constant (seconds):	0	09/13/2011	07:09:46	41250
Log Interval (mm:ss):	00:10	09/13/2011	07:09:56	44000
Number of points:	586	09/13/2011	07:10:06	16760
Notes:		09/13/2011	07:10:16	17240
Statistics Channel:		09/13/2011	07:10:26	17540
Pt Conc		09/13/2011	07:10:36	19250
Units:	pt/cc	09/13/2011	07:10:46	25480
Average:	20606	09/13/2011	07:10:56	27330
Minimum:	5604	09/13/2011	07:11:06	14800
Time of Minimum:	08:38:36	09/13/2011	07:11:16	15640
Date of Minimum:	09/13/2011	09/13/2011	07:11:26	14950
Maximum:	132090	09/13/2011	07:11:36	17800
Time of Maximum:	07:42:16	09/13/2011	07:11:46	18900
Date of Maximum:	09/13/2011	09/13/2011	07:11:56	22420
Calibration	Sensor: Pt	09/13/2011	07:12:06	14280
Conc		09/13/2011	07:12:16	13890
	Cal. date 05/25/2010	09/13/2011	07:12:26	14470
Date	Time	Pt Conc	09/13/2011	07:12:36
MM/dd/yyyy	hh:mm:ss	pt/cc	09/13/2011	07:12:46
09/13/2011	07:06:56	108650	09/13/2011	07:12:56
09/13/2011	07:07:06	53710	09/13/2011	07:13:06
09/13/2011	07:07:16	34510	09/13/2011	07:13:16
09/13/2011	07:07:26	33310	09/13/2011	07:13:26
09/13/2011	07:07:36	32770	09/13/2011	07:13:36
09/13/2011	07:07:46	20880	09/13/2011	07:13:46
09/13/2011	07:07:56	19340	09/13/2011	07:13:56
09/13/2011	07:08:06	30310	09/13/2011	07:14:06
09/13/2011	07:08:16	34760	09/13/2011	07:14:16
			09/13/2011	07:14:26
			09/13/2011	07:14:36
			09/13/2011	07:14:46
			09/13/2011	07:14:56
			09/13/2011	07:15:06
			09/13/2011	07:15:16
			09/13/2011	07:15:26
			09/13/2011	07:15:36
			09/13/2011	07:15:46
			09/13/2011	07:15:56
			09/13/2011	07:16:06
			09/13/2011	07:16:16
			09/13/2011	07:16:26
			09/13/2011	07:16:36
			09/13/2011	07:16:46
			09/13/2011	07:16:56
			09/13/2011	07:17:06
			09/13/2011	07:17:16
			09/13/2011	07:17:26
			09/13/2011	07:17:36
			09/13/2011	07:17:46
			09/13/2011	07:17:56
			09/13/2011	07:18:06
			09/13/2011	07:18:16
			09/13/2011	07:18:26
			09/13/2011	07:18:36
			09/13/2011	07:18:46
			09/13/2011	07:18:56
			09/13/2011	07:19:06
			09/13/2011	07:19:16
			09/13/2011	07:19:26
			09/13/2011	07:19:36
			09/13/2011	07:19:46
			09/13/2011	07:19:56
			09/13/2011	07:20:06
			09/13/2011	07:20:16
			09/13/2011	07:20:26
			09/13/2011	07:20:36
			09/13/2011	07:20:46
			09/13/2011	07:20:56
			09/13/2011	07:21:06
			09/13/2011	07:21:16
			09/13/2011	07:21:26
			09/13/2011	07:21:36
			09/13/2011	07:21:46
			09/13/2011	07:21:56
			09/13/2011	07:22:06
			09/13/2011	07:22:16
			09/13/2011	07:22:26
			09/13/2011	07:22:36
			09/13/2011	07:22:46
			09/13/2011	07:22:56
			09/13/2011	07:23:06
			09/13/2011	07:23:16
			09/13/2011	07:23:26
			09/13/2011	07:23:36
			09/13/2011	07:23:46
			09/13/2011	07:23:56
			09/13/2011	07:24:06
			09/13/2011	07:24:16
			09/13/2011	07:24:26
			09/13/2011	07:24:36
			09/13/2011	07:24:46
			09/13/2011	07:24:56
			09/13/2011	07:25:06
			09/13/2011	07:25:16
			09/13/2011	07:25:26
			09/13/2011	07:25:36
			09/13/2011	07:25:46
			09/13/2011	07:25:56
			09/13/2011	07:26:06
			09/13/2011	07:26:16
			09/13/2011	07:26:26
			09/13/2011	07:26:36
			09/13/2011	07:26:46
			09/13/2011	07:26:56
			09/13/2011	07:27:06
			09/13/2011	07:27:16
			09/13/2011	07:27:26
			09/13/2011	07:27:36
			09/13/2011	07:27:46
			09/13/2011	07:27:56
			09/13/2011	07:28:06
			09/13/2011	07:28:16
			09/13/2011	07:28:26
			09/13/2011	07:28:36
			09/13/2011	07:28:46
			09/13/2011	07:28:56
			09/13/2011	07:29:06
			09/13/2011	07:29:16
			09/13/2011	07:29:26
			09/13/2011	07:29:36
			09/13/2011	07:29:46
			09/13/2011	07:29:56
			09/13/2011	07:30:06
			09/13/2011	07:30:16
			09/13/2011	07:30:26
			09/13/2011	07:30:36
			09/13/2011	07:30:46
			09/13/2011	07:30:56
			09/13/2011	07:31:06
			09/13/2011	07:31:16
			09/13/2011	07:31:26
			09/13/2011	07:31:36
			09/13/2011	07:31:46
			09/13/2011	07:31:56
			09/13/2011	07:32:06
			09/13/2011	07:32:16
			09/13/2011	07:32:26
			09/13/2011	07:32:36
			09/13/2011	07:32:46
			09/13/2011	07:32:56
			09/13/2011	07:33:06
			09/13/2011	07:33:16
			09/13/2011	07:33:26
			09/13/2011	07:33:36
			09/13/2011	07:33:46
			09/13/2011	07:33:56
			09/13/2011	07:34:06
			09/13/2011	07:34:16
			09/13/2011	07:34:26
			09/13/2011	07:34:36
			09/13/2011	07:34:46
			09/13/2011	07:34:56
			09/13/2011	07:35:06
			09/13/2011	07:35:16
			09/13/2011	07:35:26
			09/13/2011	07:35:36
			09/13/2011	07:35:46
			09/13/2011	07:35:56
			09/13/2011	07:36:06
			09/13/2011	07:36:16
			09/13/2011	07:36:26
			09/13/2011	07:36:36
			09/13/2011	07:36:46
			09/13/2011	07:36:56
			09/13/2011	07:37:06
			09/13/2011	07:37:16
			09/13/2011	07:37:26
			09/13/2011	07:37:36
			09/13/2011	07:37:46
			09/13/2011	07:37:56
			09/13/2011	07:38:06
			09/13/2011	07:38:16
			09/13/2011	07:38:26
			09/13/2011	07:38:36
			09/13/2011	07:38:46
			09/13/2011	07:38:56
			09/13/2011	07:39:06
			09/13/2011	07:39:16
			09/13/2011	07:39:26
			09/13/2011	07:39:36
			09/13/2011	07:39:46
			09/13/2011	07:39:56
			09/13/2011	07:40:06
			09/13/2011	07:40:16
			09/13/2011	07:40:26
			09/13/2011	07:40:36
			09/13/2011	07:40:46
			09/13/2011	07:40:56
			09/13/2011	07:41:06
			09/13/2011	07:41:16
			09/13/2011	07:41:26
			09/13/2011	07:41:36
			09/13/2011	07:41:46
			09/13/2011	07:41:56
			09/13/2011	07:42:06
			09/13/2011	07:42:16
			09/13/2011	07:42:26
			09/13/2011	07:42:36
			09/13/2011	07:42:46
			09/13/2011	07:42:56
			09/13/2011	07:43:06
			09/13/2011	07:43:16
			09/13/2011	07:43:26
			09/13/2011	07:43:36
			09/13/2011	07:43:46
			09/13/2011	07:43:56
			09/13/2011	07:44:06
			09/13/2011	07:44:16
			09/13/2011	07:44:26
			09/13/2011	07:44:36
			09/13/2011	07:44:46
			09/13/2011	07:44:56
			09/13/2011	07:45:06
			09/13/2011	07:45:16
			09/13/2011	07:45:26

09/13/2011	07:15:26	25810	09/13/2011	07:22:46	33430
09/13/2011	07:15:36	24000	09/13/2011	07:22:56	23260
09/13/2011	07:15:46	19060	09/13/2011	07:23:06	17640
09/13/2011	07:15:56	56240	09/13/2011	07:23:16	13590
09/13/2011	07:16:06	29830	09/13/2011	07:23:26	15570
09/13/2011	07:16:16	36490	09/13/2011	07:23:36	16160
09/13/2011	07:16:26	46680	09/13/2011	07:23:46	16880
09/13/2011	07:16:36	24080	09/13/2011	07:23:56	10960
09/13/2011	07:16:46	25900	09/13/2011	07:24:06	32440
09/13/2011	07:16:56	42720	09/13/2011	07:24:16	19620
09/13/2011	07:17:06	34350	09/13/2011	07:24:26	22870
09/13/2011	07:17:16	37590	09/13/2011	07:24:36	14318
09/13/2011	07:17:26	23610	09/13/2011	07:24:46	41960
09/13/2011	07:17:36	25230	09/13/2011	07:24:56	22140
09/13/2011	07:17:46	33380	09/13/2011	07:25:06	11920
09/13/2011	07:17:56	26480	09/13/2011	07:25:16	10408
09/13/2011	07:18:06	40030	09/13/2011	07:25:26	9262
09/13/2011	07:18:16	61580	09/13/2011	07:25:36	9013
09/13/2011	07:18:26	22620	09/13/2011	07:25:46	9388
09/13/2011	07:18:36	26690	09/13/2011	07:25:56	9251
09/13/2011	07:18:46	22530	09/13/2011	07:26:06	10310
09/13/2011	07:18:56	16050	09/13/2011	07:26:16	11090
09/13/2011	07:19:06	14780	09/13/2011	07:26:26	13576
09/13/2011	07:19:16	12270	09/13/2011	07:26:36	9642
09/13/2011	07:19:26	16560	09/13/2011	07:26:46	7490
09/13/2011	07:19:36	17510	09/13/2011	07:26:56	9817
09/13/2011	07:19:46	15980	09/13/2011	07:27:06	7180
09/13/2011	07:19:56	12460	09/13/2011	07:27:16	8460
09/13/2011	07:20:06	11000	09/13/2011	07:27:26	9791
09/13/2011	07:20:16	16210	09/13/2011	07:27:36	45209
09/13/2011	07:20:26	30720	09/13/2011	07:27:46	34640
09/13/2011	07:20:36	19000	09/13/2011	07:27:56	23420
09/13/2011	07:20:46	13170	09/13/2011	07:28:06	12160
09/13/2011	07:20:56	14210	09/13/2011	07:28:16	11250
09/13/2011	07:21:06	10840	09/13/2011	07:28:26	10920
09/13/2011	07:21:16	28430	09/13/2011	07:28:36	14130
09/13/2011	07:21:26	28110	09/13/2011	07:28:46	16500
09/13/2011	07:21:36	25730	09/13/2011	07:28:56	28870
09/13/2011	07:21:46	23640	09/13/2011	07:29:06	24790
09/13/2011	07:21:56	16490	09/13/2011	07:29:16	20280
09/13/2011	07:22:06	15440	09/13/2011	07:29:26	12720
09/13/2011	07:22:16	20770	09/13/2011	07:29:36	12080
09/13/2011	07:22:26	18160	09/13/2011	07:29:46	11090
09/13/2011	07:22:36	56930		

Model:	P-Trak	09/13/2011	12:27:18	6818
Model Number:	8525	09/13/2011	12:27:28	7980
Serial Number:	8525-03100007	09/13/2011	12:27:38	7722
Test ID:	016	09/13/2011	12:27:48	8892
Test Abbreviation:		09/13/2011	12:27:58	18647
Start Date:	09/13/2011	09/13/2011	12:28:08	22260
Start Time:	12:24:58	09/13/2011	12:28:18	28890
Duration		09/13/2011	12:28:28	33340
(dd:hh:mm:ss):	0:01:55:00	09/13/2011	12:28:38	25580
Time constant (seconds):	0	09/13/2011	12:28:48	20490
Log Interval (mm:ss):	00:10	09/13/2011	12:28:58	23880
Number of points:	689	09/13/2011	12:29:08	19620
Notes:		09/13/2011	12:29:18	16240
Statistics Channel:		09/13/2011	12:29:28	8474
Pt Conc		09/13/2011	12:29:38	11151
Units:	pt/cc	09/13/2011	12:29:48	9614
Average:	12082	09/13/2011	12:29:58	10482
Minimum:	4108	09/13/2011	12:30:08	11670
Time of Minimum:	14:17:48	09/13/2011	12:30:18	11230
Date of Minimum:	09/13/2011	09/13/2011	12:30:28	7784
Maximum	79835	09/13/2011	12:30:38	6897
Time of Maximum:	13:41:48	09/13/2011	12:30:48	6946
Date of Maximum:	09/13/2011	09/13/2011	12:30:58	6975
Calibration	Sensor: Pt	09/13/2011	12:31:08	6824
Conc		09/13/2011	12:31:18	7477
		09/13/2011	12:31:28	7423
	Cal. date 05/25/2010	09/13/2011	12:31:38	12765
Date	Time	Pt Conc		
MM/dd/yyyy	hh:mm:ss	pt/cc		
09/13/2011	12:25:08	6754	09/13/2011	12:31:48
09/13/2011	12:25:18	6328	09/13/2011	12:31:58
09/13/2011	12:25:28	7600	09/13/2011	12:32:08
09/13/2011	12:25:38	14940	09/13/2011	12:32:18
09/13/2011	12:25:48	11835	09/13/2011	12:32:28
09/13/2011	12:25:58	11950	09/13/2011	12:32:38
09/13/2011	12:26:08	10500	09/13/2011	12:32:48
09/13/2011	12:26:18	8438	09/13/2011	12:32:58
09/13/2011	12:26:28	6888	09/13/2011	12:33:08
09/13/2011	12:26:38	7143	09/13/2011	12:33:18
09/13/2011	12:26:48	7344	09/13/2011	12:33:28
09/13/2011	12:26:58	6844	09/13/2011	12:33:38
09/13/2011	12:27:08	6767	09/13/2011	12:33:48
			09/13/2011	12:33:58
			09/13/2011	12:34:08

09/13/2011	12:34:18	74410	09/13/2011	12:41:38	6200
09/13/2011	12:34:28	50650	09/13/2011	12:41:48	12191
09/13/2011	12:34:38	19100	09/13/2011	12:41:58	8681
09/13/2011	12:34:48	15800	09/13/2011	12:42:08	15020
09/13/2011	12:34:58	13290	09/13/2011	12:42:18	7314
09/13/2011	12:35:08	15950	09/13/2011	12:42:28	6258
09/13/2011	12:35:18	16020	09/13/2011	12:42:38	5828
09/13/2011	12:35:28	11940	09/13/2011	12:42:48	5780
09/13/2011	12:35:38	10830	09/13/2011	12:42:58	6418
09/13/2011	12:35:48	10053	09/13/2011	12:43:08	30331
09/13/2011	12:35:58	9383	09/13/2011	12:43:18	57860
09/13/2011	12:36:08	9567	09/13/2011	12:43:28	19567
09/13/2011	12:36:18	7755	09/13/2011	12:43:38	8044
09/13/2011	12:36:28	7644	09/13/2011	12:43:48	7881
09/13/2011	12:36:38	7342	09/13/2011	12:43:58	20440
09/13/2011	12:36:48	8395	09/13/2011	12:44:08	18300
09/13/2011	12:36:58	23570	09/13/2011	12:44:18	14500
09/13/2011	12:37:08	33940	09/13/2011	12:44:28	13280
09/13/2011	12:37:18	10609	09/13/2011	12:44:38	11381
09/13/2011	12:37:28	8665	09/13/2011	12:44:48	9602
09/13/2011	12:37:38	9848	09/13/2011	12:44:58	12698
09/13/2011	12:37:48	9662	09/13/2011	12:45:08	12640
09/13/2011	12:37:58	10979	09/13/2011	12:45:18	19350
09/13/2011	12:38:08	9788	09/13/2011	12:45:28	11825
09/13/2011	12:38:18	8561	09/13/2011	12:45:38	8953
09/13/2011	12:38:28	8974	09/13/2011	12:45:48	8725
09/13/2011	12:38:38	7747	09/13/2011	12:45:58	8406
09/13/2011	12:38:48	7564	09/13/2011	12:46:08	8406
09/13/2011	12:38:58	7176	09/13/2011	12:46:18	14216
09/13/2011	12:39:08	7243	09/13/2011	12:46:28	11998
09/13/2011	12:39:18	7224	09/13/2011	12:46:38	9380
09/13/2011	12:39:28	7139	09/13/2011	12:46:48	11373
09/13/2011	12:39:38	7739	09/13/2011	12:46:58	10416
09/13/2011	12:39:48	8667	09/13/2011	12:47:08	41817
09/13/2011	12:39:58	7168	09/13/2011	12:47:18	19500
09/13/2011	12:40:08	7036	09/13/2011	12:47:28	15070
09/13/2011	12:40:18	6851	09/13/2011	12:47:38	21060
09/13/2011	12:40:28	6793	09/13/2011	12:47:48	17340
09/13/2011	12:40:38	6808	09/13/2011	12:47:58	17360
09/13/2011	12:40:48	6357	09/13/2011	12:48:08	25380
09/13/2011	12:40:58	6231	09/13/2011	12:48:18	12200
09/13/2011	12:41:08	6751	09/13/2011	12:48:28	20120
09/13/2011	12:41:18	6393	09/13/2011	12:48:38	22760
09/13/2011	12:41:28	7059		

Model:	P-Trak	09/13/2011	15:18:01	10061
Model Number:	8525	09/13/2011	15:18:11	6902
Serial Number:	8525-03100007	09/13/2011	15:18:21	5686
Test ID:	017	09/13/2011	15:18:31	7942
Test Abbreviation:		09/13/2011	15:18:41	7380
Start Date:	09/13/2011	09/13/2011	15:18:51	7928
Start Time:	15:15:31	09/13/2011	15:19:01	12818
Duration		09/13/2011	15:19:11	12970
(dd:hh:mm:ss):	0:01:02:50	09/13/2011	15:19:21	10630
Time constant (seconds):	0	09/13/2011	15:19:31	10590
Log Interval (mm:ss):	00:10	09/13/2011	15:19:41	9619
Number of points:	376	09/13/2011	15:19:51	6901
Notes:		09/13/2011	15:20:01	9124
Statistics Channel:		09/13/2011	15:20:11	7805
Pt Conc		09/13/2011	15:20:21	7180
Units:	pt/cc	09/13/2011	15:20:31	5394
Average:	11357	09/13/2011	15:20:41	7735
Minimum:	2956	09/13/2011	15:20:51	6915
Time of Minimum:	15:45:11	09/13/2011	15:21:01	6815
Date of Minimum:	09/13/2011	09/13/2011	15:21:11	7402
Maximum:	107950	09/13/2011	15:21:21	6464
Time of Maximum:	16:11:51	09/13/2011	15:21:31	11987
Date of Maximum:	09/13/2011	09/13/2011	15:21:41	21600
Calibration	Sensor: Pt	09/13/2011	15:21:51	11287
Conc		09/13/2011	15:22:01	17310
	Cal. date 05/25/2010	09/13/2011	15:22:11	9992
Date	Time Pt Conc	09/13/2011	15:22:21	7091
MM/dd/yyyy	hh:mm:ss pt/cc	09/13/2011	15:22:31	8187
09/13/2011	15:15:41 13950	09/13/2011	15:22:41	8062
09/13/2011	15:15:51 15400	09/13/2011	15:22:51	16061
09/13/2011	15:16:01 11168	09/13/2011	15:23:01	14080
09/13/2011	15:16:11 10510	09/13/2011	15:23:11	11337
09/13/2011	15:16:21 9338	09/13/2011	15:23:21	10270
09/13/2011	15:16:31 8879	09/13/2011	15:23:31	8234
09/13/2011	15:16:41 8574	09/13/2011	15:23:41	11308
09/13/2011	15:16:51 7855	09/13/2011	15:23:51	12840
09/13/2011	15:17:01 8217	09/13/2011	15:24:01	9488
09/13/2011	15:17:11 8980	09/13/2011	15:24:11	10276
09/13/2011	15:17:21 6806	09/13/2011	15:24:21	8088
09/13/2011	15:17:31 8094	09/13/2011	15:24:31	7785
09/13/2011	15:17:41 12547	09/13/2011	15:24:41	4988
09/13/2011	15:17:51 8728	09/13/2011	15:24:51	5636

09/13/2011	15:25:01	6364	09/13/2011	15:32:21	7068
09/13/2011	15:25:11	5185	09/13/2011	15:32:31	8546
09/13/2011	15:25:21	5056	09/13/2011	15:32:41	7670
09/13/2011	15:25:31	4658	09/13/2011	15:32:51	8542
09/13/2011	15:25:41	3949	09/13/2011	15:33:01	10891
09/13/2011	15:25:51	3986	09/13/2011	15:33:11	11916
09/13/2011	15:26:01	4180	09/13/2011	15:33:21	8910
09/13/2011	15:26:11	4718	09/13/2011	15:33:31	9151
09/13/2011	15:26:21	8733	09/13/2011	15:33:41	11852
09/13/2011	15:26:31	7564	09/13/2011	15:33:51	10383
09/13/2011	15:26:41	6959	09/13/2011	15:34:01	7332
09/13/2011	15:26:51	9950	09/13/2011	15:34:11	6511
09/13/2011	15:27:01	9543	09/13/2011	15:34:21	7812
09/13/2011	15:27:11	9030	09/13/2011	15:34:31	9077
09/13/2011	15:27:21	8433	09/13/2011	15:34:41	10026
09/13/2011	15:27:31	8596	09/13/2011	15:34:51	13810
09/13/2011	15:27:41	12350	09/13/2011	15:35:01	11600
09/13/2011	15:27:51	11436	09/13/2011	15:35:11	17570
09/13/2011	15:28:01	7342	09/13/2011	15:35:21	15020
09/13/2011	15:28:11	6886	09/13/2011	15:35:31	18020
09/13/2011	15:28:21	5529	09/13/2011	15:35:41	14410
09/13/2011	15:28:31	6023	09/13/2011	15:35:51	25720
09/13/2011	15:28:41	6887	09/13/2011	15:36:01	18500
09/13/2011	15:28:51	4560	09/13/2011	15:36:11	14000
09/13/2011	15:29:01	3861	09/13/2011	15:36:21	14110
09/13/2011	15:29:11	4995	09/13/2011	15:36:31	12940
09/13/2011	15:29:21	4010	09/13/2011	15:36:41	7699
09/13/2011	15:29:31	3618	09/13/2011	15:36:51	6080
09/13/2011	15:29:41	3617	09/13/2011	15:37:01	7499
09/13/2011	15:29:51	3426	09/13/2011	15:37:11	9019
09/13/2011	15:30:01	3473	09/13/2011	15:37:21	12174
09/13/2011	15:30:11	6680	09/13/2011	15:37:31	26910
09/13/2011	15:30:21	9793	09/13/2011	15:37:41	17550
09/13/2011	15:30:31	8948	09/13/2011	15:37:51	15760
09/13/2011	15:30:41	7603	09/13/2011	15:38:01	14880
09/13/2011	15:30:51	10184	09/13/2011	15:38:11	7555
09/13/2011	15:31:01	11657	09/13/2011	15:38:21	8419
09/13/2011	15:31:11	7658	09/13/2011	15:38:31	12693
09/13/2011	15:31:21	16570	09/13/2011	15:38:41	14120
09/13/2011	15:31:31	10095	09/13/2011	15:38:51	19620
09/13/2011	15:31:41	10709	09/13/2011	15:39:01	23240
09/13/2011	15:31:51	8645	09/13/2011	15:39:11	15880
09/13/2011	15:32:01	9583	09/13/2011	15:39:21	12030
09/13/2011	15:32:11	12301		

Lampiran 5

Data Pengukuran P-Trak Untuk Hari Libur

Model:	P-Trak	10/30/2011	07:11:50	9812	
Model Number:	8525	10/30/2011	07:12:00	10597	
Serial Number:	8525-03100007	10/30/2011	07:12:10	8405	
Test ID:	132	10/30/2011	07:12:20	7993	
Test Abbreviation:		10/30/2011	07:12:30	8773	
Start Date:	10/30/2011	10/30/2011	07:12:40	8204	
Start Time:	07:10:10	10/30/2011	07:12:50	7239	
Duration (dd:hh:mm:ss):	0:01:48:10	10/30/2011	07:13:00	7313	
Time constant (seconds):	0	10/30/2011	07:13:10	16947	
Log Interval (mm:ss):	00:10	10/30/2011	07:13:20	13160	
Number of points:	648	10/30/2011	07:13:30	11080	
Notes:		10/30/2011	07:13:40	9098	
Statistics Channel:	Pt Conc	10/30/2011	07:13:50	9966	
Units:	pt/cc	10/30/2011	07:14:00	11650	
Average:	10896	10/30/2011	07:14:10	10139	
Minimum:	3218	10/30/2011	07:14:20	9957	
Time of Minimum:	08:56:10	10/30/2011	07:14:30	10251	
Date of Minimum:	10/30/2011	10/30/2011	07:14:40	9488	
Maximum:	73050	10/30/2011	07:14:50	10893	
Time of Maximum:	08:14:50	10/30/2011	07:15:00	10830	
Date of Maximum:	10/30/2011	10/30/2011	07:15:10	10387	
Calibration	Sensor: Pt	10/30/2011	07:15:20	9645	
Conc		10/30/2011	07:15:30	9010	
	Cal. date 05/25/2010	10/30/2011	07:15:40	8309	
Date	Time	10/30/2011	07:15:50	7537	
MM/dd/yyyy	hh:mm:sspt/cc	10/30/2011	07:16:00	7439	
10/30/2011	07:10:20	10117	10/30/2011	07:16:10	7194
10/30/2011	07:10:30	8368	10/30/2011	07:16:20	8988
10/30/2011	07:10:40	7700	10/30/2011	07:16:30	10040
10/30/2011	07:10:50	8151	10/30/2011	07:16:40	10530
10/30/2011	07:11:00	9198	10/30/2011	07:16:50	10260
10/30/2011	07:11:10	27520	10/30/2011	07:17:00	10260
10/30/2011	07:11:20	14940	10/30/2011	07:17:10	11360
10/30/2011	07:11:30	13430	10/30/2011	07:17:20	11340
10/30/2011	07:11:40	13540	10/30/2011	07:17:30	10600
			10/30/2011	07:17:40	11630
			10/30/2011	07:17:50	10510
			10/30/2011	07:18:00	11650
			10/30/2011	07:18:10	11580
			10/30/2011	07:18:20	11430
			10/30/2011	07:18:30	11580
			10/30/2011	07:18:40	11700

10/30/2011	07:18:50	11330	10/30/2011	07:25:30	9610
10/30/2011	07:19:00	9020	10/30/2011	07:25:40	9270
10/30/2011	07:19:10	9720	10/30/2011	07:25:50	12280
10/30/2011	07:19:20	9050	10/30/2011	07:26:00	12820
10/30/2011	07:19:30	9910	10/30/2011	07:26:10	11540
10/30/2011	07:19:40	9310	10/30/2011	07:26:20	11160
10/30/2011	07:19:50	9790	10/30/2011	07:26:30	10500
10/30/2011	07:20:00	9310	10/30/2011	07:26:40	10940
10/30/2011	07:20:10	9380	10/30/2011	07:26:50	10560
10/30/2011	07:20:20	10060	10/30/2011	07:27:00	10224
10/30/2011	07:20:30	10120	10/30/2011	07:27:10	9721
10/30/2011	07:20:40	9300	10/30/2011	07:27:20	9629
10/30/2011	07:20:50	9450	10/30/2011	07:27:30	9506
10/30/2011	07:21:00	9120	10/30/2011	07:27:40	9756
10/30/2011	07:21:10	9360	10/30/2011	07:27:50	9890
10/30/2011	07:21:20	9910	10/30/2011	07:28:00	8850
10/30/2011	07:21:30	10780	10/30/2011	07:28:10	8610
10/30/2011	07:21:40	10150	10/30/2011	07:28:20	8760
10/30/2011	07:21:50	10870	10/30/2011	07:28:30	8290
10/30/2011	07:22:00	11350	10/30/2011	07:28:40	8170
10/30/2011	07:22:10	11400	10/30/2011	07:28:50	7270
10/30/2011	07:22:20	11480	10/30/2011	07:29:00	7300
10/30/2011	07:22:30	10680	10/30/2011	07:29:10	7050
10/30/2011	07:22:40	10840	10/30/2011	07:29:20	6800
10/30/2011	07:22:50	10870	10/30/2011	07:29:30	6390
10/30/2011	07:23:00	11020	10/30/2011	07:29:40	6680
10/30/2011	07:23:10	11280	10/30/2011	07:29:50	8698
10/30/2011	07:23:20	10090	10/30/2011	07:30:00	8981
10/30/2011	07:23:30	10260	10/30/2011	07:30:10	8203
10/30/2011	07:23:40	10530	10/30/2011	07:30:20	8530
10/30/2011	07:23:50	10600	10/30/2011	07:30:30	8600
10/30/2011	07:24:00	10840	10/30/2011	07:30:40	9110
10/30/2011	07:24:10	10620	10/30/2011	07:30:50	9540
10/30/2011	07:24:20	9050	10/30/2011	07:31:00	9880
10/30/2011	07:24:30	9780	10/30/2011	07:31:10	9780
10/30/2011	07:24:40	9290	10/30/2011	07:31:20	8680
10/30/2011	07:24:50	9250	10/30/2011	07:31:30	8940
10/30/2011	07:25:00	9510			
10/30/2011	07:25:10	9740			
10/30/2011	07:25:20	9310			

.....

Model:	P-Trak	10/30/2011	12:02:22	8080
Model Number:	8525	10/30/2011	12:02:32	8579
Serial Number:	8525-03100007	10/30/2011	12:02:42	8370
Test ID:	133	10/30/2011	12:02:52	8214
Test Abbreviation:		10/30/2011	12:03:02	9254
Start Date:	10/30/2011	10/30/2011	12:03:12	8420
Start Time:	12:59:32	10/30/2011	12:03:22	8369
Duration (dd:hh:mm:ss):	0:00:38:40	10/30/2011	12:03:32	8490
Time constant (seconds):	0	10/30/2011	12:03:42	8780
Log Interval (mm:ss):	00:10	10/30/2011	12:03:52	7307
Number of points:	231	10/30/2011	12:04:02	7988
Notes:		10/30/2011	12:04:12	7951
Statistics Channel:	Pt Conc	10/30/2011	12:04:22	7778
Units:	pt/cc	10/30/2011	12:04:32	7619
Average:	8836	10/30/2011	12:04:42	7182
Minimum:	4050	10/30/2011	12:04:52	6857
Time of Minimum:	12:34:12	10/30/2011	12:05:02	7010
Date of Minimum:	10/30/2011	10/30/2011	12:05:12	7132
Maximum:	69540	10/30/2011	12:05:22	6952
Time of Maximum:	12:22:02	10/30/2011	12:05:32	6986
Date of Maximum:	10/30/2011	10/30/2011	12:05:42	6482
Calibration	Sensor: Pt	10/30/2011	12:05:52	6338
Conc		10/30/2011	12:06:02	6441
Cal. date	05/25/2010	10/30/2011	12:06:12	6843
Date	Time	PtConc	10/30/2011	12:06:22
MM/dd/yyyy	hh:mm:ss	pt/cc	10/30/2011	12:06:32
10/30/2011	12:59:42	28770	10/30/2011	12:06:42
10/30/2011	12:59:52	21660	10/30/2011	12:06:52
10/30/2011	12:00:02	26570	10/30/2011	12:07:02
10/30/2011	12:00:12	27900	10/30/2011	12:07:12
10/30/2011	12:00:22	12700	10/30/2011	12:07:22
10/30/2011	12:00:32	9310	10/30/2011	12:07:32
10/30/2011	12:00:42	9080	10/30/2011	12:07:42
10/30/2011	12:00:52	9720	10/30/2011	12:07:52
10/30/2011	12:01:02	9560	10/30/2011	12:08:02
10/30/2011	12:01:12	9114	10/30/2011	12:08:12
10/30/2011	12:01:22	9512	10/30/2011	12:08:20
10/30/2011	12:01:32	9475	10/30/2011	12:08:32
10/30/2011	12:01:42	9384	10/30/2011	12:08:42
10/30/2011	12:01:52	9273	10/30/2011	12:08:52
10/30/2011	12:02:02	8528	10/30/2011	12:09:02
10/30/2011	12:02:12	8410	10/30/2011	12:09:12

10/30/2011	12:09:22	7362	10/30/2011	12:16:42	10160
10/30/2011	12:09:32	7426	10/30/2011	12:16:52	11700
10/30/2011	12:09:42	8601	10/30/2011	12:17:02	9060
10/30/2011	12:09:52	8048	10/30/2011	12:17:12	9530
10/30/2011	12:10:02	8407	10/30/2011	12:17:22	10247
10/30/2011	12:10:12	11660	10/30/2011	12:17:32	8777
10/30/2011	12:10:22	10720	10/30/2011	12:17:42	9066
10/30/2011	12:10:32	10230	10/30/2011	12:17:52	8767
10/30/2011	12:10:42	8110	10/30/2011	12:18:02	8770
10/30/2011	12:10:52	8210	10/30/2011	12:18:12	7400
10/30/2011	12:11:02	8040	10/30/2011	12:18:22	8980
10/30/2011	12:11:12	8794	10/30/2011	12:18:32	7580
10/30/2011	12:11:22	9172	10/30/2011	12:18:42	7920
10/30/2011	12:11:32	8163	10/30/2011	12:18:52	7600
10/30/2011	12:11:42	10164	10/30/2011	12:19:02	7240
10/30/2011	12:11:52	8739	10/30/2011	12:19:12	7590
10/30/2011	12:12:02	7959	10/30/2011	12:19:22	7096
10/30/2011	12:12:12	7200	10/30/2011	12:19:32	7470
10/30/2011	12:12:22	7780	10/30/2011	12:19:42	7442
10/30/2011	12:12:32	7720	10/30/2011	12:19:52	8031
10/30/2011	12:12:42	7610	10/30/2011	12:20:02	8040
10/30/2011	12:12:52	7290	10/30/2011	12:20:12	8040
10/30/2011	12:13:02	7820	10/30/2011	12:20:22	8830
10/30/2011	12:13:12	8544	10/30/2011	12:20:32	8476
10/30/2011	12:13:22	6649	10/30/2011	12:20:42	9603
10/30/2011	12:13:32	6493	10/30/2011	12:20:52	8098
10/30/2011	12:13:42	6508	10/30/2011	12:21:02	7944
10/30/2011	12:13:52	6477	10/30/2011	12:21:12	8015
10/30/2011	12:14:02	6493	10/30/2011	12:21:22	7760
10/30/2011	12:14:12	7902	10/30/2011	12:21:32	8558
10/30/2011	12:14:22	8916	10/30/2011	12:21:42	9036
10/30/2011	12:14:32	8684	10/30/2011	12:21:52	10496
10/30/2011	12:14:42	8418	10/30/2011	12:22:02	69540
10/30/2011	12:14:52	8950	10/30/2011	12:22:12	13425
10/30/2011	12:15:02	11990	10/30/2011	12:22:22	8740
10/30/2011	12:15:12	11540	10/30/2011	12:22:32	7760
10/30/2011	12:15:22	10649	10/30/2011	12:22:42	6500
10/30/2011	12:15:32	7884	10/30/2011	12:22:52	7010
10/30/2011	12:15:42	7686	10/30/2011	12:23:02	8094
10/30/2011	12:15:52	8445	10/30/2011	12:23:12	9000
10/30/2011	12:16:02	10436	10/30/2011	12:23:22	10360
10/30/2011	12:16:12	8252	10/30/2011	12:23:32	11320
10/30/2011	12:16:22	10615	10/30/2011	12:23:42	10034
10/30/2011	12:16:32	10040		

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Model:	P-Trak	10/30/2011	15:13:07	6845
Model Number:	8525	10/30/2011	15:13:17	5034
Serial Number:	8525-03100007	10/30/2011	15:13:27	5840
Test ID:	134	10/30/2011	15:13:37	5310
Test Abbreviation:		10/30/2011	15:13:47	5200
Start Date:	10/30/2011	10/30/2011	15:13:57	5930
Start Time:	15:10:37	10/30/2011	15:14:07	5640
Duration (dd:hh:mm:ss):	0:00:29:10	10/30/2011	15:14:17	7666
Time constant (seconds):	0	10/30/2011	15:14:27	7341
Log Interval (mm:ss):	00:10	10/30/2011	15:14:37	7020
Number of points:	174	10/30/2011	15:14:47	6675
Notes:		10/30/2011	15:14:57	6490
Statistics Channel:	Pt Conc	10/30/2011	15:15:07	5496
Units:	pt/cc	10/30/2011	15:15:17	5105
Average:	8011	10/30/2011	15:15:27	4100
Minimum:	2020	10/30/2011	15:15:37	4745
Time of Minimum:	15:17:07	10/30/2011	15:15:47	4090
Date of Minimum:	10/30/2011	10/30/2011	15:15:57	4620
Maximum:	20705	10/30/2011	15:16:07	4400
Time of Maximum:	15:30:07	10/30/2011	15:16:17	4620
Date of Maximum:	10/30/2011	10/30/2011	15:16:27	4620
Calibration	Sensor: Pt	10/30/2011	15:16:37	4380
Conc		10/30/2011	15:16:47	4310
	Cal. date 05/25/2010	10/30/2011	15:16:57	4307
Date	Time	Pt Conc	10/30/2011	15:17:07
MM/dd/yyyy	hh:mm:ss	pt/cc	10/30/2011	15:17:17
10/30/2011	15:10:47	10640	10/30/2011	15:17:27
10/30/2011	15:10:57	10020	10/30/2011	15:17:37
10/30/2011	15:11:07	9870	10/30/2011	15:17:47
10/30/2011	15:11:17	9890	10/30/2011	15:17:57
10/30/2011	15:11:27	8846	10/30/2011	15:18:07
10/30/2011	15:11:37	8746	10/30/2011	15:18:17
10/30/2011	15:11:47	8020	10/30/2011	15:18:27
10/30/2011	15:11:57	8010	10/30/2011	15:18:37
10/30/2011	15:12:07	8620	10/30/2011	15:18:47
10/30/2011	15:12:17	7790	10/30/2011	15:18:57
10/30/2011	15:12:27	7848	10/30/2011	15:19:07
10/30/2011	15:12:37	7990		
10/30/2011	15:12:47	8025		
10/30/2011	15:12:57	6130		
				10208

10/30/2011	15:19:17	8470	10/30/2011	15:25:47	10675
10/30/2011	15:19:27	7980	10/30/2011	15:25:57	11750
10/30/2011	15:19:37	6540	10/30/2011	15:26:07	10280
10/30/2011	15:19:47	7780	10/30/2011	15:26:17	10007
10/30/2011	15:19:57	8056	10/30/2011	15:26:27	9450
10/30/2011	15:20:07	9140	10/30/2011	15:26:37	9600
10/30/2011	15:20:17	9100	10/30/2011	15:26:47	9403
10/30/2011	15:20:27	9425	10/30/2011	15:26:57	8875
10/30/2011	15:20:37	9688	10/30/2011	15:27:07	9480
10/30/2011	15:20:47	10638	10/30/2011	15:27:17	9845
10/30/2011	15:20:57	10900	10/30/2011	15:27:27	9999
10/30/2011	15:21:07	8760	10/30/2011	15:27:37	10056
10/30/2011	15:21:17	9745	10/30/2011	15:27:47	8030
10/30/2011	15:21:27	10840	10/30/2011	15:27:57	8020
10/30/2011	15:21:37	9725	10/30/2011	15:28:07	8710
10/30/2011	15:21:47	8465	10/30/2011	15:28:17	9600
10/30/2011	15:21:57	8274	10/30/2011	15:28:27	8809
10/30/2011	15:22:07	8745	10/30/2011	15:28:37	8845
10/30/2011	15:22:17	8090	10/30/2011	15:28:47	7845
10/30/2011	15:22:27	9020	10/30/2011	15:28:57	7980
10/30/2011	15:22:37	7290	10/30/2011	15:29:07	7987
10/30/2011	15:22:47	6100	10/30/2011	15:29:17	8080
10/30/2011	15:22:57	7200	10/30/2011	15:29:27	9860
10/30/2011	15:23:07	7865	10/30/2011	15:29:37	6320
10/30/2011	15:23:17	7400	10/30/2011	15:29:47	5540
10/30/2011	15:23:27	8205	10/30/2011	15:29:57	5745
10/30/2011	15:23:37	7075	10/30/2011	15:30:07	20705
10/30/2011	15:23:47	7700	10/30/2011	15:30:17	18075
10/30/2011	15:23:57	7098	10/30/2011	15:30:27	12020
10/30/2011	15:24:07	7340	10/30/2011	15:30:37	10100
10/30/2011	15:24:17	7070	10/30/2011	15:30:47	8807
10/30/2011	15:24:27	7010	10/30/2011	15:30:57	5845
10/30/2011	15:24:37	8809	10/30/2011	15:31:07	6010
10/30/2011	15:24:47	9650	10/30/2011	15:31:17	6045
10/30/2011	15:24:57	9880	10/30/2011	15:31:27	6060
10/30/2011	15:25:07	9080	10/30/2011	15:31:37	6098
10/30/2011	15:25:17	9600	10/30/2011	15:31:47	7645
10/30/2011	15:25:27	9400	10/30/2011	15:31:57	7886
10/30/2011	15:25:37	10050		