

**PENGUKURAN KONSENTRASI $PM_{2.5}$
DI UDARA BEBAS PADA POROS JALAN UTAMA
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
DENGAN MENGGUNAKAN ALAT
PIEZOBALANCE DUST MONITOR MODEL 3522**

(SKRIPSI)

oleh :

AMIRUDDIN FARID MUKHTADI

0710930003-93



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2012**

**PENGUKURAN KONSENTRASI PM_{2.5}
DI UDARA BEBAS PADA POROS JALAN UTAMA
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
DENGAN MENGGUNAKAN ALAT *PIEZOBALANCE*
DUST MONITOR MODEL 3522**

SKRIPSI

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

oleh:

AMIRUDDIN FARID MUKHTADI

0710930003-93



**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2012**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PENGUKURAN KONSENTRASI $PM_{2.5}$
DI UDARA BEBAS PADA POROS JALAN UTAMA
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
DENGAN MENGGUNAKAN ALAT *PIEZOBALANCE*
DUST MONITOR MODEL 3522**

oleh:

Amiruddin Farid Mukhtadi
0710930003-93

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 2012
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Matematika

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Arinto Yudi P.W. M.Sc.Ph.D
NIP. 196407021989031001

Sri Herwiningsih S.Si, MAppSc
NIP. 19310192006042002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Drs. Adi Susilo, Msi., PhD
NIP. 196709071992031001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Amiruddin Farid Mukhtadi
NIM : 0710930003-93
Jurusan : Fisika
Penulis Skripsi berjudul :

**PENGUKURAN KONSENTRASI $PM_{2.5}$
DI UDARA BEBAS PADA POROS JALAN UTAMA
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
DENGAN MENGGUNAKAN ALAT *PIEZOBALANCE DUST
MONITOR* MODEL 3522**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. isi skripsi yang saya buat benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka skripsi ini,
2. apabila di kemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 2012
Yang menyatakan,

Amiruddin Farid Mukhtadi
NIM. 0710930003

**PENGUKURAN KONSENTRASI PM_{2,5}
DI UDARA BEBAS PADA POROS JALAN UTAMA
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
DENGAN MENGGUNAKAN ALAT *PIEZOBALANCE*
DUST MONITOR MODEL 3522**

ABSTRAK

Universitas brawijaya (UB) merupakan salah satu universitas besar di Indonesia yang diperkirakan memiliki mahasiswa yang meningkat setiap tahunnya, dan jumlah kendaraan bermotor diperkirakan juga akan meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah mahasiswa. Semakin meningkatnya jumlah kendaraan yang beraktifitas di lingkungan UB maka akan meningkatkan resiko pencemaran udara bebas oleh *fine particulate* (PM_{2,5}) di lingkungan tersebut akibat dari hasil emisi kendaraan bermotor. Untuk mengetahui tingkat pencemaran PM_{2,5} tersebut dilakukan penelitian dengan menggunakan alat *piezobalance dust monitor Kanomax 3522* yang dilakukan selama satu minggu dengan dibagi tiga zona waktu yaitu zona waktu pagi, siang dan sore dan selanjutnya dilakukan pengkorelasiian antara jumlah kendaraan bermotor dengan nilai konsentrasi massa PM_{2,5}. Dan diperoleh konsentrasi PM_{2,5} yang masih di bawah ambang batas dan masih dalam kategori baik yaitu rata-rata harian tertinggi pada hari Kamis tanggal 22-09-2011 sebesar $(7.0 \pm 0.3) \times 10^{-2}$ mg/m³ dengan jumlah kendaraan bermotor yang melintas rata-rata 64 unit/ 2menit. Sedangkan konsentrasi terendah terukur pada hari Minggu tanggal 25-09-2011 sebesar $(2.0 \pm 0.4) \times 10^{-2}$ mg/m³ dengan rata-rata jumlah kendaraan 22 unit/2menit. Untuk korelasi antara jumlah kendaraan yang melintas dengan konsentrasi PM_{2,5} yang terukur mempunyai hubungan yang cukup kuat yaitu dengan koefisien kelinieran sebesar 0,655.

Kata kunci : Universitas Brawijaya, *fine particulate* (PM_{2,5}), kualitas udara bebas

**MEASUREMENT OF CONCENTRATION OF PM 2.5
ON FREE AIR IN MAIN ROAD OF UNIVERSITY OF
BRAWIJAYA USING PIEZOBALANCE DUST
MONITOR MODEL 3522**

ABSTRACT

University of Brawijaya (UB) is one of the major universities in Indonesia, especially in the city of Malang and it's expected to increase in every year, the number of motor vehicle is expected will increase with an increase of students. the increase of vehicles in UB will increase the risk of outdoor air pollution by fine particulate (PM_{2.5}) a result of motor vehicle emissions. To determine the level of the PM_{2.5} pollution a study by using a dust monitor piezobalance Kanomax 3522 has been conducted for one week with the time zone is divided into three time zones morning, afternoon and evening and then make a correlation between the number of motor vehicles with a value of mass concentration of PM_{2.5}. The results show that the highest concentration of PM_{2.5} is on Thursday 22-09-2011 for $(7.0 \pm 0.3) \times 10^{-2} \text{ mg/m}^3$ with a number of vehicles passing average of 64 units / 2min. While the lowest on Sunday 25-09-2011 at $(2.0 \pm 0.4) \times 10^{-2} \text{ mg/m}^3$ with a number of vehicles passing average of 22 unit/2menit. There is a quite strong relationship between the number of vehicles and the concentration of PM_{2.5} and the coefficient of linearity is 0.655.

Key words: UB, fine particulate (PM_{2.5}), outdoor air quality

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“PENGUKURAN KONSENTRASI $PM_{2,5}$ DI UDARA BEBAS PADA POROS JALAN UTAMA UNIVERSITAS BRAWIJAYA DENGAN MENGGUNAKAN ALAT *PIEZOBALANCE DUST MONITOR* MODEL 3522”** dengan baik dan lancar.

Dalam penyelesaian skripsi ini penulis banyak mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, karena itu pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Arinto Yudi, selaku pembimbing I atas segala bimbingan, nasihat, motivasi serta kesabaran yang telah diberikan selama penulisan skripsi ini.
2. Sri Herwiningsih, selaku pembimbing II atas segala bimbingan, nasihat, motivasi serta kesabaran yang telah diberikan selama penulisan skripsi ini.
3. Seluruh dosen penguji, selaku penguji pada ujian skripsi atas segala saran yang diberikan untuk perbaikan skripsi ini.
4. Seluruh bapak/ibu dosen Fisika yang telah memberikan bekal dan ilmu pengetahuan kepada penulis, serta segenap staf dan karyawan TU Jurusan Fisika atas segala bantuannya.
5. Ibu, Bapak dan seluruh keluarga besar penulis yang senantiasa tanpa henti memberikan semangat dan dorongan serta doanya agar penulis dapat menyelesaikan skripsinya.
6. Keluarga besar Fisika 2007 dan semua pihak yang telah membantu proses penulisan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Terimakasih.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih banyak kekurangan, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran.

Akhirnya semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca, khususnya mahasiswa Fisika Universitas Brawijaya.

Malang,

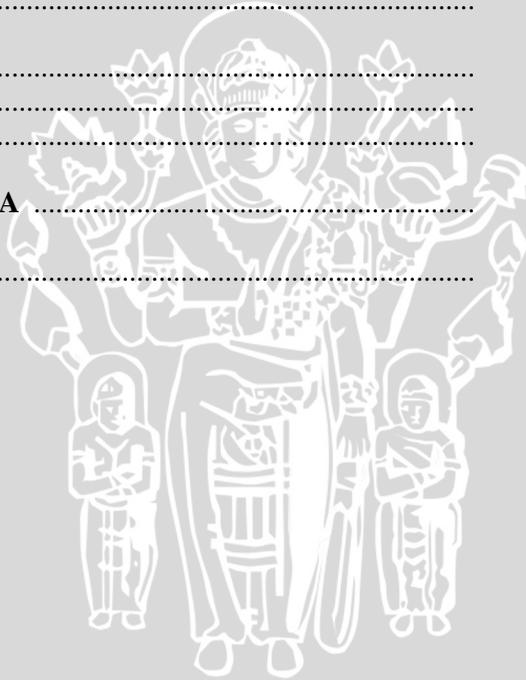
2012

Penulis.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penulisan.....	3
1.5. Manfaat Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Jumlah Mahasiswa, Staf dan Karyawan Universitas Brawijaya.....	5
2.2. Kendaraan Bermotor.....	8
2.3. Udara	10
2.3.1 Kualitas Udara	10
2.3.2 Zat Pencemar Partikel.....	11
2.4. Jenis –Jenis Partikel.....	13
2.5. Dampak Bagi Lingkungan Dan Kesehatan.....	17
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1. Waktu (WIB) dan Tempat Penelitian.....	21
3.2. Alat dan Bahan.....	21
3.3. Metode Penelitian.....	21
3.3.1. Studi Pustaka.....	23
3.3.2. Penentuan Tempat dan Waktu (WIB) Penelitian.....	23

3.3.3. Pengumpulan Data.....	24
3.3.4. Persiapan Alat.....	25
3.3.5. Analisa Data	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Hasil Pengukuran Jumlah Kendaraan Yang Melintas Di Bundaran Universitas Brawijaya	33
4.2 Hasil Penelitian Suhu dan Kecepatan Angin Daerah Penelitian.....	35
4.3. Hasil Pengukuran Konsentrasi Partikel dan Jumlah Kendaraan Yang Melintas Tiap Dua Menit	36
4.4. Rata-rata Konsentrasi Massa Fine Partikel (PM 2.5) Per Hari	51
BAB V PENUTUP	59
5.1. Kesimpulan	59
5.2. Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	67



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Jenis partikel berdasarkan ukurannya	5
Tabel 2.2 Kategori ISPU untuk partikulat udara ambient berdasarkan standart Nasional ambient air quality standart dan BAPEDAL selama 24 jam	16
Tabel 2.3 Baku mutu ambien berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999	16
Tabel 2.4 Kategori ISPU terhadap efek kesehatan masyarakat	18
Tabel 3.1 Spesifikasi Kanomax piezobalance dust monitor Model 3522	28
Tabel 3.2 Spesifikasi anemometer Kanomax model	30
Tabel 4.1 Rata-rata jumlah kendaraan yang melintas di lokasi penelitian dalam setiap dua menit	33
Tabel 4.2 Rata-rata suhu dan kecepatan angin di lokasi penelitian setiap dua menit	35
Tabel 4.3 Rata-rata konsentrasi massa fine partikel (PM _{2,5}) per hari	55

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Grafik jumlah Mahasiswa Universitas Brawijaya 5
Gambar 2.2	Grafik perkembangan jumlah mahasiswa tahun ajaran 2002-2003 sampai 2006-2007 6
Gambar 2.3	Perkembangan jumlah mahasiswa terdaftar tahun 2007-2011 7
Gambar 2.4	Distribusi ukuran partikel dari berbagai jenis..... 14
Gambar 3.1	diagram alir tahap penelitian 22
Gambar 3.2	Peta Universitas Brawijaya..... 23
Gambar 3.3	Lokasi pengambilan data (bundaran depan gedung rektorat Universitas Brawijaya Malang)..... 24
Gambar 3.4	Kanomax <i>Piezobalance dust monitor</i> model 3522... 25
Gambar 3.5	Prinsip kerja Kanomax <i>Piezobalance</i> 3522..... 25
Gambar 3.6	<i>Impactor piezobalance dust monitor</i> kanomax Model 3522..... 26
Gambar 3.7	Lubang tempat membersihkan sensor 27
Gambar 3.8	Display dari Kanomax 27
Gambar 3.9	Kanomax Anemometer model A031 29
Gambar 3.10	<i>Straight probe</i> kanomax anemomaster model A031 29
Gambar 4.1	Grafik hubungan jumlah kendaraan yang melintas terhadap konsentrasi massa <i>fine partikel</i> ($PM_{2.5}$) hari Senin tanggal 19 September 201137
Gambar 4.2	Grafik hubungan jumlah kendaraan yang melintas terhadap konsentrasi massa <i>fine partikel</i> ($PM_{2.5}$) hari Selasa tanggal 20 September 201139
Gambar 4.3	Grafik hubungan jumlah kendaraan yang melintas terhadap konsentrasi massa <i>fine partikel</i> ($PM_{2.5}$) hari rabu tanggal 21 September 201141
Gambar 4.4	Grafik hubungan jumlah kendaraan yang melintas terhadap konsentrasi massa <i>fine partikel</i> ($PM_{2.5}$) hari Kamis tanggal 22 September 201143
Gambar 4.5	Grafik hubungan jumlah kendaraan yang melintas terhadap konsentrasi massa <i>fine partikel</i> ($PM_{2.5}$) hari Jum'at tanggal 23 September 201145

Gambar 4.6	Grafik hubungan jumlah kendaraan yang melintas terhadap konsentrasi massa <i>fine partikel</i> (PM _{2.5}) hari Sabtu tanggal 24 September 2011.....	47
Gambar 4.7	Grafik hubungan jumlah kendaraan yang melintas terhadap konsentrasi massa <i>fine partikel</i> (PM _{2.5}) hari Minggu tanggal 25 September 2011.....	49
Gambar 4.8	Grafik hubungan konsentrasi partikel dengan jumlah kendaraan bermotor untuk tiap hari untuk pagi hari	52
Gambar 4.9	Grafik hubungan konsentrasi partikel dengan jumlah kendaraan bermotor untuk tiap hari untuk siang hari.....	53
Gambar 4.10	Grafik hubungan konsentrasi partikel dengan jumlah kendaraan bermotor untuk tiap hari untuk sore hari	54
Gambar 4.11	Grafik hubungan konsentrasi partikel dengan jumlah kendaraan bermotor untuk tiap hari dalam satu minggu.....	56
Gambar 4.12	Korelasi jumlah kendaraan bermotor dengan konsentrasi <i>fine partikel</i> (PM 2.5)	57

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1.1 Data hasil untuk hari Senin tanggal 19 September 2011	67
Lampiran 1.2 Data hasil untuk hari Selasa tanggal 20 September 2011	70
Lampiran 1.3 Data hasil untuk hari Rabu tanggal 21 September 2011	71
Lampiran 1.4 Data hasil untuk hari Kamis tanggal 22 September 2011	76
Lampiran 1.5 Data hasil untuk hari Jumat tanggal 23 September 2011	79
Lampiran 1.6 Data hasil untuk hari Sabtu tanggal 24 September 2011	82
Lampiran 1.7 Data hasil untuk hari Minggu tanggal 25 September 2011	85



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Orang dewasa menghirup udara lebih dari 3.000 galon atau 11,4 m³ setiap harinya (Kusminingrum, 2000), namun tingkat pencemaran udara di Indonesia sangat tinggi bahkan Indonesia menjadi negara dengan tingkat polusi tertinggi nomor tiga di dunia (Kompas.com, 2011). Menurut laporan Tim Badan Eksekutif WALHI (1998), Sumber polutan udara terbesar adalah dari kendaraan bermotor. Dalam satu dekade terakhir jumlah kendaraan di Indonesia meningkat sebesar 289% (BPS, 2009), sedangkan menurut data dari kantor bersama samsat unit pelaksana teknis dinas Malang kota yang bersumber dari Dinas Pendapatan Daerah Propinsi Jawa Timur (2011) jumlah kendaraan di kota Malang meningkat sebesar 101%.

Proses pembakaran bahan bakar dalam kendaraan bermotor baik roda empat ataupun roda dua dapat menghasilkan berbagai macam bahan baik dalam bentuk gas dan partikel. Partikulat di udara bebas terdiri dari berbagai ukuran dan salah satunya disebut *fine particulate* (PM_{2.5}) yaitu partikel dengan ukuran $\leq 2.5\mu\text{m}$. Selama bahan pencemar *fine particulate* (PM_{2.5}) tidak melebihi batas ambang maka tidak berdampak signifikan terhadap lingkungan dan kesehatan manusia, namun sebaliknya apabila bahan tersebut sudah melebihi ambang batas tertentu maka bahan-bahan pencemar akan mempengaruhi kualitas udara dan mengganggu lingkungan serta kesehatan manusia yang beraktivitas di sekitar lokasi tersebut (Tugaswati, 2000).

Lingkungan Universitas Brawijaya tidak terlepas dari mobilitas kendaraan bermotor yang cukup ramai yang dilakukan oleh civitas akademika Universitas Brawijaya. Sehingga tidak menutup kemungkinan bahwa tingkat pencemaran *fine particulate* (PM_{2.5}) yang terdapat di udara bebas di poros jalan utama Universitas Brawijaya akan semakin meningkat. Universitas Brawijaya merupakan salah satu universitas terbesar di Jawa Timur yang memiliki jumlah mahasiswa terdaftar sebanyak 43.841 mahasiswa pada tahun 2011 (BAPSIUB, 2011) dan jumlah ini diperkirakan akan

semakin meningkat setiap tahunnya. Universitas brawijaya berlokasi di jalan Veteran Malang dengan koordinat $112^{\circ} 36' 45.88''$ E dan $7^{\circ} 57' 20.00''$ S dengan luas area kampus sebesar $1.813.664 \text{ m}^2$ (<http://ub.ac.id>) yang merupakan daerah perkotaan dan bukan merupakan area industri dan bukan daerah dengan aktifitas gunung berapi yang tinggi sehingga sebagian besar kontribusi pencemar *fine particulate* ($\text{PM}_{2.5}$) diperkirakan berasal dari kendaraan bermotor. Sehingga dengan mengetahui besar konsentrasi *fine particulate* ($\text{PM}_{2.5}$) yang berada dalam udara bebas di poros jalan utama Universitas brawijaya bisa memprediksi dan memperkirakan bagaimana keadaan udara bebas di lingkungan kampus Universitas Brawijaya.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian pengukuran konsentrasi massa *fine particulate* ($\text{PM}_{2.5}$) ini yaitu berapa besar konsentrasi *fine particulate* ($\text{PM}_{2.5}$) di udara bebas yang berada di poros jalan utama Universitas brawijaya dan bagaimana hubungan antara konsentrasi massa *fine particulate* ($\text{PM}_{2.5}$) yang ada di udara bebas dengan jumlah kendaraan bermotor yang melewati jalan utama Universitas brawijaya.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian adalah:

1. Partikulat yang diukur yaitu *fine particulate* ($\text{PM}_{2.5}$) yang ada di udara bebas
2. Penelitian dilakukan dilingkungan Universitas Brawijaya (Bundaran yang berlokasi di depan lapangan rektorat Universitas Brawijaya) dan dilakukan hanya pada satu arah.
3. Alat yang digunakan yaitu *particulate metter 2.5 μm ($\text{PM}_{2.5}$) piezobalance dust monitor Kanomax model 3522*.
4. Dalam penelitian ini tidak dibedakan ragam kendaraan dan hanya dibedakan berdasarkan jenis kendaraan bermotor roda dua dan roda empat.
5. Pengambilan data hanya dilakukan selama satu Minggu.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengukur berapa besar konsentrasi massa *fine particulate* ($PM_{2.5}$) yang ada pada udara bebas di poros jalan utama Universitas Brawijaya.
2. Mengetahui dan mempelajari hubungan antara konsentrasi massa *fine particulate* ($PM_{2.5}$) yang ada di udara bebas dengan jumlah kendaraan bermotor yang melewati kawasan Universitas Brawijaya.
3. Mengetahui dan mempelajari keadaan kategori udara di Universitas Brawijaya terkait dengan konsentrasi *fine particulate* ($PM_{2.5}$).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk menentukan jumlah partikulat dengan ukuran $\leq 2,5 \mu m$ (*fine particulate*) yang ada di Universitas Brawijaya dan dapat memberikan Gambaran seberapa besar pencemaran udara yang terjadi di kawasan Universitas Brawijaya sehingga dapat digunakan untuk memperkirakan dampak dari *fine particulate* ($PM_{2.5}$) di poros jalan utama Universitas Brawijaya dan dapat digunakan untuk mengambil kebijakan lebih lanjut dimasa mendatang.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

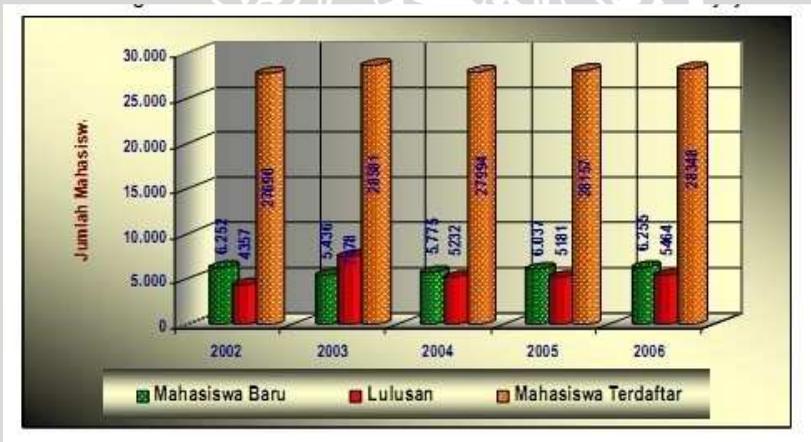
Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jumlah Mahasiswa, Staf dan Karyawan Universitas Brawijaya

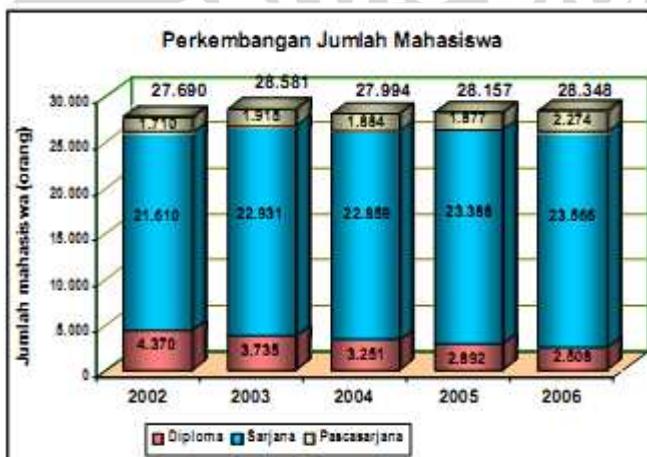
Mahasiswa Universitas Brawijaya tidak selalu lulus 100% setiap tahunnya dalam setiap angkatan, melainkan masih terdapat mahasiswa yang terlambat menyelesaikan studinya tepat waktu. Seperti yang telah ditunjukkan pada grafik dibawah ini yang menunjukkan bahwa jumlah mahasiswa Universitas Brawijaya tidak sepenuhnya lulus tepat waktu dan ditambah pula dengan adanya penerimaan mahasiswa baru yang memungkinkan juga dilakukan penambahan kapasitas penerimaan mahasiswa baru sehingga hal ini menyebabkan jumlah mahasiswa yang terdaftar menjadi mahasiswa Universitas Brawijaya juga akan semakin bertambah setiap tahunnya.



Gambar 2.1: Grafik jumlah mahasiswa Universitas Brawijaya (Buku Tahunan UB,2007)

Dari Gambar 2.1 tampak bahwa jumlah lulusan tidak sebanding dengan jumlah penerimaan mahasiswa baru dimana penerimaan mahasiswa baru lebih besar jumlahnya jika dibandingkan dengan jumlah mahasiswa yang lulus tepat waktu,

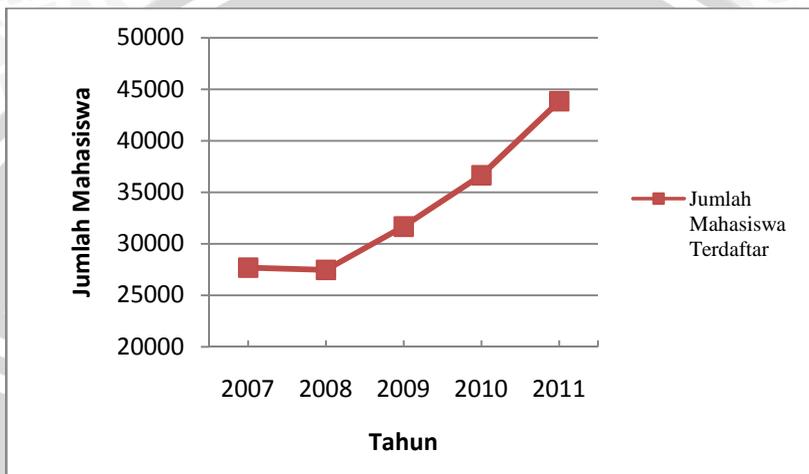
tampak pada Gambar 2.1 yang menunjukkan bahwa pada Tahun Ajaran 2005-2006 jumlah mahasiswa aktif yang terdaftar sebanyak 28.257 mahasiswa. Dimana angka kelulusannya lebih kecil jika dibandingkan dengan angka penerimaan mahasiswa baru dimana angka kelulusannya sebesar 5.181 mahasiswa sedangkan angka penerimaan mahasiswa baru sebanyak 6.037 mahasiswa sehingga pada Tahun Ajaran 2006-2007 jumlah mahasiswa yang terdaftar meningkat menjadi 28.348.



Gambar 2.2: Grafik perkembangan jumlah mahasiswa tahun ajaran 2002-2003 sampai 2006-2007 (Buku Tahunan UB, 2007)

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, di mana 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. Berikut grafik peningkatan jumlah mahasiswa Universitas Brawijaya tahun 2005-2009 (BAPSIUB, 2009):



Gambar 2.3: Perkembangan jumlah mahasiswa terdaftar tahun 2007-2011 (BAPSIUB, 20011):

Jumlah mahasiswa dari tahun ke tahun hampir menunjukkan angka peningkatan dalam setiap tahunnya seperti yang telah dijelaskan pada Gambar 2.3 diatas yang hanya mengalami penurunan jumlah mahasiswa pada tahun 2008, sedangkan pada tahun ajaran selanjutnya kembali meningkat. Maka dengan adanya peningkatan jumlah mahasiswa tersebut dapat diperkirakan bahwa pengguna kendaraan bermotor yang beraktivitas di Universitas brawijaya diperkirakan akan meningkat pula.

Selain mahasiswa, para dosen dan karyawan juga merupakan pengguna kendaraan bermotor, sehingga jumlah dosen dan karyawan juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah pengguna kendaraan bermotor yang beraktivitas di poros jalan utama Universitas brawijaya setiap harinya.

2.2 Kendaraan Bermotor

Menurut Badan Pusat Statistik Indonesia (2009) yang bersumber dari Kepolisian Republik Indonesia menginformasikan bahwa jumlah kendaraan bermotor di Indonesia pada sepuluh tahun terakhir mengalami peningkatan jumlah yang sangat pesat. Pada tahun 1999 kendaraan penumpang sebanyak 2.897.803, bus sebanyak 644.667, truk sebanyak 1.628.531 dan sepeda motor sebanyak 13.053.148 sehingga jumlah total kendaraan bermotor sebanyak 18.224.149. Pada tahun 2009 jumlah kendaraan penumpang sebanyak 10,364.125, bus sebanyak 2.729.572 truk sebanyak 5.187740 dan sepeda motor sebanyak 52.433.132 sehingga jumlah seluruh kendaraan bermotor di Indonesia pada tahun 2009 adalah 70,714.569 dan jumlah tersebut mengalami peningkatan rata-rata sebesar 288% dalam kurun waktu sepuluh tahun. Menurut data dari kantor bersama Samsat unit pelaksana teknis dinas malang kota (2003) jumlah total kendaraan bermotor pada tahun 2003 mengalami peningkatan sebesar 6,23% dari tahun sebelumnya menjadi sebesar 180,753 unit. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah kendaraan di Indonesia khususnya di kota Malang mengalami peningkatan yang pesat setiap tahunnya. Sedangkan menurut data yang bersumber dari Dinas Pendapatan Daerah Propinsi Jawa Timur (2011) jumlah kendaraan bermotor di kota Malang meningkat sebesar 101%.

Setiap kendaraan menghasilkan emisi dari pembuangan hasil pembakaran mesin. Emisi adalah zat, energi dan/atau komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk dan/atau dimasukkannya ke dalam udara ambien yang mempunyai dan/atau tidak mempunyai potensi sebagai unsur pencemar berdasarkan PP. No.41/1999 (Anonim¹. 2011). Emisi gas buang merupakan zat sisa yang dihasilkan oleh 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 air (H₂O), gas CO yang beracun, gas CO₂, senyawa nitrogen oksida (NO_x), HC yang merupakan senyawa hidrat arang yang dihasilkan dari pembakaran yang tidak sempurna, serta partikel (Wikipedia, 2011).

Emisi kendaraan bermotor mengandung berbagai senyawa kimia. Komposisi dari kandungan senyawa kimianya tergantung dari kondisi mengemudi, jenis mesin, alat pengendali emisi bahan bakar, suhu operasi dan faktor lain yang semuanya ini membuat pola emisi menjadi rumit. Jenis bahan bakar pencemar yang dikeluarkan oleh mesin dengan bahan bakar bensin maupun bahan bakar solar sebenarnya sama, hanya berbeda proporsinya karena perbedaan cara operasi mesin. Secara visual selalu terlihat asap dari knalpot kendaraan bermotor dengan bahan bakar solar, yang umumnya tidak terlihat pada kendaraan bermotor dengan bahan bakar bensin. Walaupun gas buang kendaraan bermotor terutama terdiri dari senyawa yang tidak berbahaya seperti nitrogen, karbon dioksida dan uap air, tetapi di dalamnya terkandung juga senyawa lain dengan jumlah yang cukup besar yang dapat membahayakan, gas buang tersebut dapat membahayakan kesehatan maupun lingkungan. Bahan pencemar yang terutama terdapat di dalam gas buang kendaraan bermotor adalah karbon monoksida (Kompas.com), berbagai senyawa hidrokarbon, berbagai oksida nitrogen (NO_x) dan sulfur (SO_x), dan partikulat debu termasuk timbel (Pb). Bahan bakar tertentu seperti hidrokarbon dan timbel organik, dilepaskan ke udara karena adanya penguapan dari sistem bahan bakar. Lalu lintas kendaraan bermotor, juga dapat meningkatkan kadar partikulat debu yang berasal dari permukaan jalan, komponen ban dan rem. Emisi gas buang kendaraan bermotor juga cenderung membuat kondisi tanah dan air menjadi asam. Pengalaman di negara maju membuktikan bahwa kondisi seperti ini dapat menyebabkan terlepasnya ikatan tanah atau sedimen dengan beberapa mineral/logam, sehingga logam tersebut dapat mencemari lingkungan (Tugaswati, 2000).

Setiap kendaraan bermotor memiliki faktor emisi yang berbeda-beda. 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 massa polutan (gram) yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor setiap kilometer yang dijalani (Tarigan, 2009). 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 dkk, 2008).

2.3 Udara

2.3.1 Kualitas Udara

Udara merupakan unsur alam yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Udara bersih yang kita hirup merupakan gas yang tidak tampak, tidak berbau, tidak berwarna maupun berasa. Akan tetapi udara yang benar-benar bersih sudah sulit diperoleh, terutama di kota-kota besar yang padat lalu lintasnya ataupun kota industri yang banyak pabrik yang menghasilkan berbagai jenis polusi udara. Komposisi udara bersih dan kering terdiri dari campuran gas antara lain 78% nitrogen, 21% oksigen, dan 1% gas-gas lain seperti xenon, karbon dioksida, argon, neon, hidrogen, helium, dan krypton (Wardhana, 2001).

Dalam standar kualitas udara terdapat standar tertentu dari pemerintah setempat yang dipakai sebagai acuan daerah tersebut dalam penentuan kualitas udara pada suatu daerah tersebut. Udara yang tidak memenuhi standar kualitas udara mengandung zat pencemar yang dapat merusak kementahan dan dapat mengakibatkan dampak buruk bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Pencemaran udara adalah masuknya, atau tercampurnya unsur-unsur berbahaya ke dalam atmosfer yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan, gangguan pada kesehatan manusia secara umum serta menurunkan kualitas lingkungan (Putracenter, 2009).

Pencemaran udara dibedakan menjadi empat yaitu pencemaran udara menurut bentuk, tempat, susunan kimia dan asalnya. Menurut bentuknya dibagi menjadi dua yaitu pencemaran udara yang berupa gas dan pencemaran udara yang berupa partikel. Menurut tempatnya juga dibagi menjadi dua yaitu pencemaran udara di dalam ruangan dan pencemaran udara di udara bebas. Sedangkan pencemaran berdasarkan susunan kimia yang mencemari dibedakan menjadi organik dan anorganik. Dan yang terakhir yaitu pencemaran

udara menurut asalnya dibagi menjadi pencemaran udara primer dan sekunder (Mangku, 1997).

Unsur-unsur yang berperan pada proses distribusi pencemaran udara yaitu kecepatan dan arah angin yang berhembus dalam suatu luasan daerah tersebut, distribusi suhu vertikal dan kelembaban udara. Kecepatan angin mempengaruhi distribusi zat pencemar dalam udara. Jika kecepatan angin lebih tinggi atau kencang terutama pada udara bebas maka konsentrasi zat pencemar akan berkurang (Sastrawijaya, 2000).

Pada udara bebas (*out door*) sumber pencemarannya disebabkan oleh berbagai hal salah satunya yaitu yang merupakan sumber pencemar alamiah seperti pencemaran yang berasal dari letusan gunung berapi, pembusukan, kebakaran hutan dan lahan gambut. Selain itu juga terdapat pencemaran yang berasal dari kegiatan manusia, misalnya berasal dari kegiatan industri, rumah tangga, asap kendaraan bermotor, pembakaran biomass, serta gas buang pabrik yang menghasilkan gas berbahaya. Untuk menghindari terjadinya pencemaran udara di lingkungan ditetapkan baku mutu udara yang dapat dibedakan atas baku mutu udara ambien dan baku mutu udara emisi. Baku mutu udara ambien adalah batas kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar terdapat di udara, namun tidak menimbulkan gangguan terhadap makhluk hidup, tumbuh-tumbuhan dan atau benda. Baku mutu udara emisi adalah batas kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar untuk dikeluarkan dari sumber pencemaran ke udara, sehingga tidak mengakibatkan dilampauinya baku mutu udara *ambient* (Fardiaz, 1992).

Standar acuan kualitas udara berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 41 tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara, baku mutu udara ambien nasional untuk PM₁₀ sebesar 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 jam), untuk PM_{2.5} sebesar 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 jam) dan TSP yaitu 230 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 jam) (Suhariyanto dan Tanjung, 2004).

2.3.2 Zat Pencemar Partikel

Partikel digunakan untuk memberikan gambaran partikel cair atau padat yang tersebar di udara dengan ukuran 0,001 μm sampai 500 μm . Partikel mengandung zat-zat organik maupun zat-zat

non organik yang terbentuk dari berbagai macam materi dan bahan kimia. Ukuran partikel dapat menggambarkan seberapa jauh partikel dapat terbawa angin, efek yang ditimbulkannya, sumber pencemarannya dan lamanya masa tinggal partikel di udara (Goldsmith dan Friberg, 1977). Dari penelitian yang dilakukan di Santiago dan tomuco menyatakan *fine partikel* (PM_{2,5}) menyumbang lebih dari 70% dari polusi udara di kota tersebut (Artaxo dkk, 1999).

Pengertian aerosol secara teknis merujuk pada kandungan partikel padat yang terkandung di udara atau biasa disebut sebagai abu, debu atau partikulat. Debu adalah zat padat yang dihasilkan oleh manusia atau alam dari proses pemecahan suatu bahan. Debu adalah zat padat yang berukuran 0,1 – 25 mikron. Debu termasuk ke dalam golongan partikulat. Yang dimaksud dengan partikulat adalah zat padat/cair yang halus, dan tersuspensi di udara, misalnya embun, debu, asap, uap dan kabut. Partikulat ini dapat terdiri atas zat organik dan anorganik (Slamet, 2000). Partikulat ini kini telah menjadi masalah utama dikarenakan dikebanyakan kota di Asia nilainya telah lebih dari 300µg/m³ di masing-masing kota (Baldasano dkk, 2003)

Particulate Matter juga dikenal sebagai partikel polusi atau disingkat menjadi PM, merupakan campuran kompleks dari partikel yang sangat kecil dan tetesan cair. Polusi partikel terdiri dari sejumlah komponen, termasuk asam (seperti nitrat dan sulfat), bahan kimia organik, logam, dan partikel tanah atau debu. *Partikulat Matter* (PM) merupakan suatu material halus dalam bentuk solid maupun yang tersuspensi di udara. Total konsentrasi dari keseluruhan partikulat yang berada di udara disebut sebagai TSP atau *Total Suspended Partikel*. Partikulat sebagian besar dihasilkan dari kegiatan manusia (Ansusanto dan Yulianti, 2003).

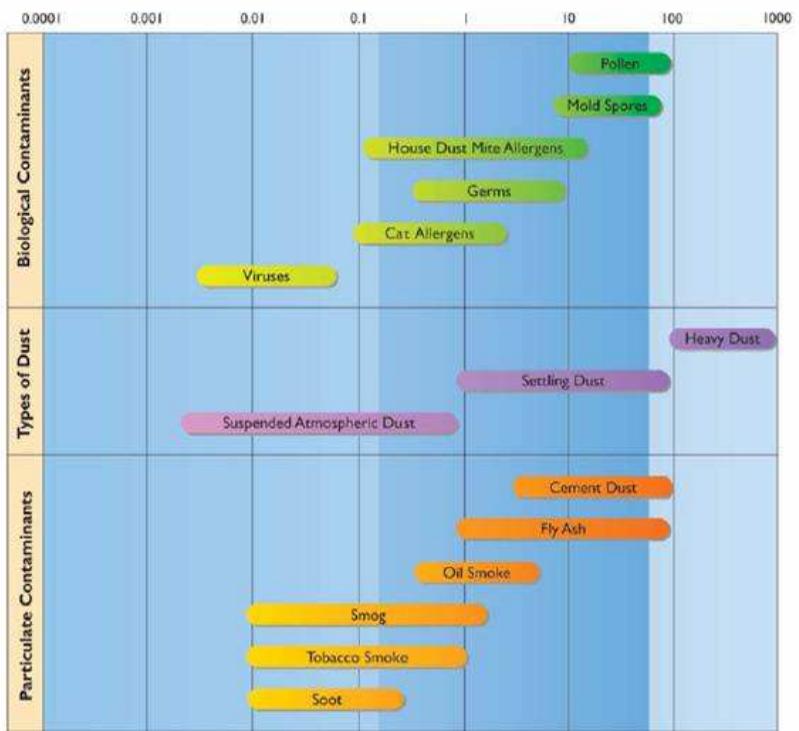
Partikel yang berada di udara tidak hanya melayang-layang begitu saja di udara, tetapi partikel ini juga dapat berinteraksi antara partikel yang satu dengan partikel yang lainnya, partikel ini juga dapat berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya dimana nantinya interaksi ini dapat menghasilkan partikel baru maupun mengurangi jumlah partikel yang ada di udara. Interaksi partikel yang berada di udara ini dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu interaksi melalui beberapa peristiwa, yang pertama koagulasi yaitu merupakan suatu proses yang sifatnya dapat mengurangi konsentrasi partikel kecil di udara. Proses koagulasi ini terjadi melalui tumbukan antar partikel

yang berada di udara dimana 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. Yang kedua yaitu *Nucleation*, merupakan pembentukan partikel dengan ukuran yang sangat kecil dimana diameter dari partikel yang dihasilkan kurang dari 30 μm . 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*. 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. Dimana 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 partikels*. Sedangkan untuk proses deposisi basah akan lebih efektif jika terjadi pada *fine particulate* (Sogacheva, 2008).

2.4 Jenis - Jenis Partikel

Debu merupakan salah satu bahan yang sering disebut sebagai partikel yang melayang di udara (*Suspended Particulate Matter / SPM*) dengan ukuran 1 μm sampai 500 μm . *Suspended particulate* adalah partikel halus di udara yang terbentuk pada pembakaran bahan bakar minyak. Sedangkan *Particulate Matter 10* (PM_{10}) adalah partikel debu yang berukuran $\leq 10 \mu\text{m}$. Debu sering dijadikan salah satu indikator pencemaran yang digunakan untuk menunjukkan tingkat bahaya baik terhadap lingkungan maupun terhadap kesehatan dan keselamatan kerja. Partikel bisa padat atau cair (Setyawan, 2010). Partikel di udara ditemukan dalam berbagai ukuran dan mode, partikel dengan ukuran diameter 2.5 μm sampai 10 μm disebut *coarse partikel / PM₁₀*, sedangkan partikel dengan ukuran diameter 0,1 μm sampai 2.5 μm disebut *fine particulate* ($\text{PM}_{2.5}$) (Wardoyo, 2007). Partikel debu akan berada di

udara dalam waktu yang relatif lama dalam keadaan melayang-layang di udara kemudian masuk ke dalam tubuh manusia melalui pernafasan. Selain dapat membahayakan terhadap kesehatan juga dapat mengganggu daya tembus pandang mata dan dapat mengadakan berbagai reaksi kimia sehingga komposisi debu di udara menjadi partikel yang sangat rumit karena merupakan campuran dari berbagai bahan dengan ukuran dan bentuk yang relatif berbeda-beda (Pudjiastuti,2002). Selain ini jumlah partikel akan dipengaruhi oleh musim, ketika musim kemarau jumlah partikel cenderung lebih rendah dibandingkan pada musim dingin (Wu dkk, 2008)



Gambar 2.4: Distribusi ukuran partikel dari berbagai jenis sampel(batan.go.id)

Tabel 2.1 Jenis partikel berdasarkan ukurannya

Jenis Partikel	Rentang Ukuran
PM ₁₀ (<i>thoracic fraction</i>)	≤ 10 μm
PM _{2,5} (<i>respirable fraction</i>)	≤ 2,5 μm
PM ₁	≤ 1 μm
Ultra fine (UFP or UP)	≤ 0,1 μm
PM _{2,5} - PM ₁₀ (<i>coarse fraction</i>)	2,5 - 10 μm

Particulate Matter (PM) merupakan suatu partikel halus dalam bentuk solid maupun yang tersuspensi di udara. Partikel yang berada di udara mempunyai ukuran antara 1 μm sampai 5 μm, yang mana partikel ini disebut dengan TSP (*Total Suspended Partikel*). Partikel ini biasanya dihasilkan dari aktivitas manusia. Partikel sangat perlu diperhatikan karena partikel adalah satu zat yang dapat mengganggu kesehatan jika terhirup dan mengendap di dalam tubuh manusia (Wilson, 1996). Berdasarkan pada ukurannya tersebut, partikulat dapat dibedakan yaitu yang pertama adalah *Ulra fine partikel* (*Extremely small/nuclei mode*) yaitu partikel yang berukuran kurang dari 0,1 μm. Partikel ini memiliki ukuran yang sangat kecil dan pergerakan yang acak sehingga apabila partikel ini bertabrakan antara yang satu dengan yang lain maka partikel ini dapat membentuk partikel baru yang ukurannya lebih besar. Dan yang kedua adalah *Fine partikel* (*Accumulation mode*) yaitu partikel yang memiliki ukuran ≤2,5 μm. Partikel ini dapat berada di udara dalam beberapa hari bahkan beberapa Minggu. Dan proses yang dapat menyebabkan partikel ini turun ke tanah yaitu proses deposisi dan presipitasi. *Coarse partikel* (*Sedimentation /coarse mode*) yaitu partikel yang memiliki ukuran lebih besar dari 2,5 μm. Secara umum keberadaan partikel ini di udara relatif singkat yaitu sekitar beberapa jam atau beberapa hari. Hal ini dikarenakan ukuran partikel yang besar sehingga partikel mudah tertarik oleh gaya gravitasi bumi (Wiedy, 2010).

Tingkat bahaya partikel udara di suatu tempat dapat diketahui dengan cara membandingkan besarnya nilai konsentrasi partikel dengan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU). Kategori ISPU

untuk parameter partikulat udara serta efeknya terhadap kesehatan diberikan pada tabel 2.2 (Setyawan, 2011)

Tabel 2.2 Kategori ISPU untuk partikulat udara ambient berdasarkan *Nasional ambient air quality standart* dan BAPEDAL selama 24 jam(BAPEDAL, 1999)

ISPU	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	KATEGORI
0-50	0-75	0-15	0-50	Baik
51-100	76-260	16-65	51-150	Sedang
101-200	261-375	66-150	151-350	Tidak Sehat
201-300	376-625	151-250	351-420	Sangat Tidak Sehat
>300	>625	>251	>421	Berbahaya

Nilai batas untuk partikulat udara ambient untuk PM_{2.5} dalam periode tahunan adalah $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ yaitu rata-rata selama tiga tahun baik untuk primer ataupun sekunder. Sedangkan untuk periode 24 jam adalah sebesar $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (USEPA, 2008)

Tabel 2.3 Baku mutu ambien berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 (PP, 1999)

No	Parameter	Waktu pengukuran	Baku Mutu
	SO ₂ (Sulfur dioksida)	1 jam	$900 \mu\text{g}/\text{m}^3$
		24 jam	$365 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	PM ₁₀ (Partikel $\leq 10\mu\text{m}$)	1 tahun	$60 \mu\text{g}/\text{m}^3$
		24 jam	$150 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	PM _{2.5} (Partikel $\leq 2.5\mu\text{m}$)	24 jam	$65 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	TSP	1 tahun	$15 \mu\text{g}/\text{m}^3$
		24 jam	$230 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	CO (Karbon monoksida)	1 tahun	$90 \mu\text{g}/\text{m}^3$
		1 jam	$30000 \mu\text{g}/\text{m}^3$
		24 jam	$10000 \mu\text{g}/\text{m}^3$

2.4 Dampak Bagi Lingkungan Dan Kesehatan

Partikel di atmosfer memainkan peran penting dalam berbagai masalah lingkungan. Bukti toksikologi dan epidemiologi mendukung hubungan antara paparan partikel dan berbagai efek kesehatan yang merugikan termasuk kondisi pernafasan dan kardiovaskuler, penyakit paru, keguguran, mengganggu kesehatan pertumbuhan janin, juga tingkat kelahiran rendah dalam suatu daerah atau kota (Bein, 2001)

Polusi udara akibat transportasi terutama terpusat di sekitar daerah perkotaan dan pada prinsipnya disebabkan oleh lalu lintas di perkotaan yang begitu padat yaitu oleh adanya emisi gas buangan dari kendaraan bermotor baik kendaraan roda dua maupun kendaraan roda empat yang dikeluarkan dan langsung dibuang ke udara bebas, dimana semakin banyak jumlah kendaraan bermotor yang melakukan pergerakan maka semakin banyak gas buangan yang masuk dalam udara bebas kota. Polusi udara akan mengakibatkan penurunan kualitas udara perkotaan. Adapun dampak yang begitu dirasakan akibat menurunnya kualitas udara perkotaan adalah adanya pemanasan kota karena perubahan iklim, penipisan lapisan ozon secara regional, dan menurunnya kualitas kesehatan masyarakat, seperti terjadinya infeksi saluran pencernaan, timbulnya penyakit pernapasan, adanya Pb (timbal) dalam darah, dan menurunnya kualitas air bila terjadi hujan (hujan asam). Pengaruh polusi udara bagi lingkungan, khususnya bagi terjadinya pemanasan global dalam setengah abad mendatang, diperkirakan akan meliputi kenaikan permukaan laut, perubahan pola angin, penumpukan es dan salju di kutub, serta meningkatnya badai atmosferik. Selain itu, juga akan terjadi penambahan populasi dan jenis organisme penyebab penyakit dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat, perubahan pola curah hujan, dan perubahan ekosistem hutan, daratan, serta ekosistem lainnya. Di samping dampak negatif di atas, polusi udara juga mempunyai dampak yang tidak kalah bahaya terhadap kesehatan masyarakat (Yuliastuti, 2008). Tabel 2.4 menyajikan efek dari gas buang kendaraan bermotor menurut *Fundamental Of Air Pollution*.

Tabel 2.4 Kategori ISPU terhadap efek kesehatan masyarakat (Gindo, 2010)

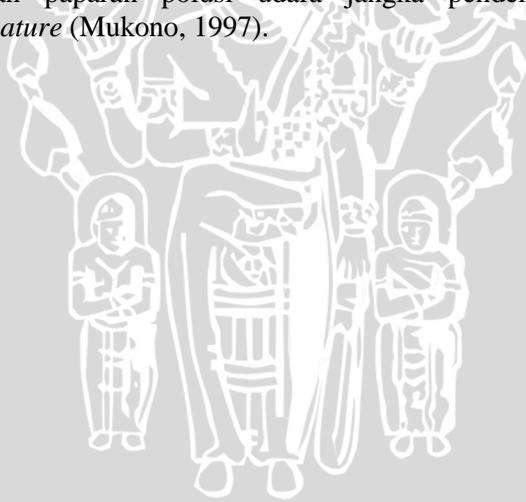
Kategori ISPU	Efek
Baik	Tidak ada efek
Sedang	Terjadi penurunan jarak pandang
Tidak sehat	Jarak pandang turun dan terjadi pengotoran udara dimana-mana
Sangat tidak sehat	Sensitifitas meningkat pada pasien penderita penyakit asma dan bronchitis
Berbahaya	Tingkat berbahaya bagi semua populasi yang terpapar

Dampak/ efek untuk kesehatan manusia dibedakan menjadi dua yaitu efek jangka pendek dan efek jangka panjang. Efek jangka pendek antara lain : iritasi pada mata, hidung dan tenggorokan, sakit kepala, kelelahan, asma, *pneumoniosis* (penyakit yang menyerang paru-paru), peningkatan jumlah kematian, gejala susah bernapas, efek samping pada jantung dan lain-lain. Sedangkan untuk jangka panjang yaitu : penurunan fungsi paru-paru pada anak-anak dan dewasa, peningkatan penyakit paru-paru kronik, kanker dan lain-lain (EPA, 2010) selain itu juga dapat meningkatkan seseorang menjadi rentan terhadap infeksi (Snow dkk. 2002)

Sedangkan dampak yang akan ditimbulkan oleh adanya partikulat di udara bebas terhadap kesehatan manusia yang beraktfitas disekitarnya yaitu adanya gangguan terhadap kesehatan baik gangguan yang dapat dirasakan secara langsung atau tertunda. Dampak yang ditimbulkan oleh partikulat terhadap tubuh manusia sangat berbahaya, hal ini karena partikulat memiliki ukuran yang sangat kecil sehingga partikulat dapat menembus system pernafasan dan masuk ke paru-paru bagian dalam. Selain itu partikulat juga dapat mengikat polutan lain yang ada di dalam udara seperti SO_x , NO_x , dll sehingga polutan tersebut tertinggal di dalam tubuh. Akibat dari masuknya partikulat ke dalam tubuh maka dapat memicu gangguan kesehatan yaitu terjadi peningkatan gangguan pernafasan seperti iritasi saluran pernafasan atas, batuk atau asma, penurunan fungsi paru-paru, peningkatan bronchitis kronis, dapat memicu

serangan jantung, dapat menyebabkan kematian bagi orang yang memiliki penyakit jantung atau paru-paru juga dapat menyebabkan detak jantung menjadi tidak teratur dan masih banyak lagi gangguan kesehatan lainnya (Anonim², 2010). Dampak lainnya yaitu Restriksi, yaitu penyempitan saluran paru-paru yang diakibatkan oleh bahan yang bersifat alergen seperti debu, yang mengganggu saluran pernapasan. Obstruksi, yaitu penurunan kapasitas fungsi paru yang diakibatkan oleh penimbunan debu-debu sehingga menyebabkan penurunan kapasitas fungsi paru. Kombinasi obstruksi dan restriksi (mixed), yaitu terjadi juga karena proses patologi yang mengurangi volume paru, kapasitas vital dan aliran udara, yang juga melibatkan saluran napas (Yulaekah, 2007).

Dampak PM_{2.5} terhadap kesehatan yaitu penyakit jantung ischemic (penyempitan arteri koroner sehingga mengurangi suplai darah ke jantung), penyakit pembuluh darah tepi, detak jantung tidak teratur, gagal jantung dan stroke ischemic (stroke yang disebabkan oleh terganggunya aliran darah ke otak). Sejumlah kecil bukti menghubungkan paparan polusi udara jangka pendek dengan kematian *premature* (Mukono, 1997).



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB III METODE PENELITIAN

3.1.1 Waktu dan Tempat Penelitian

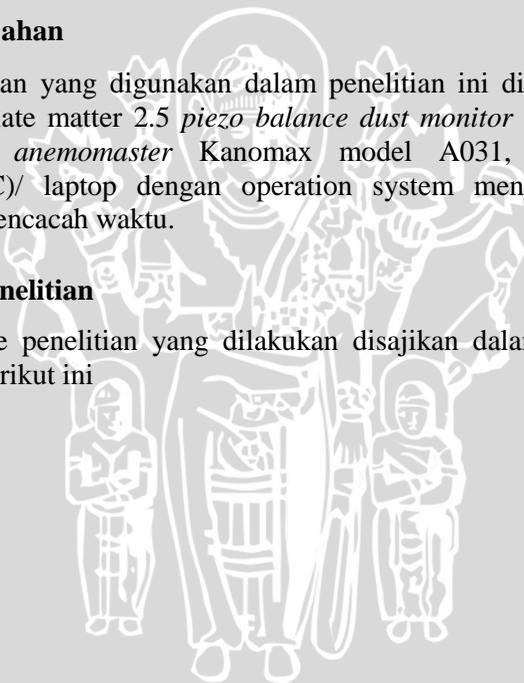
Penelitian ini akan dilaksanakan pada tanggal 19 September 2011 sampai dengan 25 September 2011 di sekitar lingkungan Universitas Brawijaya Malang yaitu di sekitar Bundaran yang berlokasi di depan lapangan gedung Rektorat Universitas Brawijaya Malang .

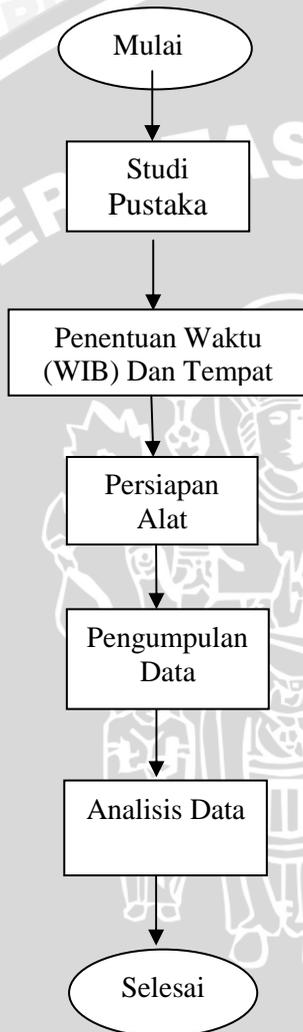
3.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah Particulate matter 2.5 *piezo balance dust monitor* Kanomax model 3522, *anemomaster* Kanomax model A031, Personal Computer (PC)/ laptop dengan operation system menggunakan windows xp, pencacah waktu.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan disajikan dalam bentuk diagram alir berikut ini





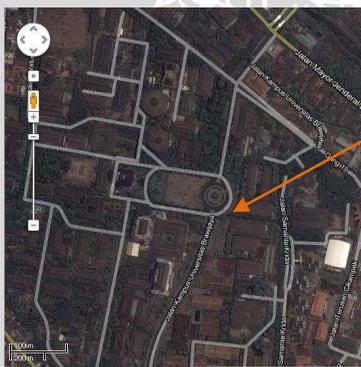
Gambar 3.1: Diagram Alir Tahap Penelitian

3.3.1 Studi Pustaka

Langkah selanjutnya yaitu adalah studi pustaka, terlebih dahulu membaca literatur dari jurnal-jurnal yang berkaitan, buku literatur, dan artikel-artikel dari internet. Tujuan studi pustaka 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 $PM_{2.5}$ bagi lingkungan juga kesehatan manusia.

3.3.2 Penentuan tempat dan waktu penelitian

Survey lokasi penelitian yaitu dilakukan penentuan lokasi yang diperkirakan sebagai pusat mobilitas kendaraan bermotor yang lalu lalang di poros jalan utama Universitas Brawijaya Malang yaitu di bundaran yang berlokasi di depan lapangan gedung Rektorat Universitas Brawijaya. Dalam penentuan waktu pengukuran diperhatikan kapan Waktu yang diperkirakan terjadi kepadatan mobilitas kendaraan bermotor di Universitas Brawijaya. Berdasarkan hal ini, maka dipilih waktu yaitu pagi hari (08.00-09.00 WIB), siang hari (12.00-13.00 WIB) dan sore hari (15.00-16.00 WIB) sebagai waktu pengambilan data.



Lokasi pengambilan data

Gambar 3.2: Peta Universitas Brawijaya (maps.google.com)



Lokasi pengambilan data

Gambar 3.3: Lokasi pengambilan data (bundaran depan gedung rektorat Universitas Brawijaya Malang)

3.3.3 Pengumpulan Data

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan alat piezobalance dust monitor kanomax model 3522 yang berfungsi sebagai pengukur konsentrasi partikel jenis $PM_{2.5}$ yang di atur rentang waktu pengambilan datanya menjadi masing-masing dua menit. Kemudian selama proses pengukuran berlangsung dalam waktu dua menit tersebut dilakukan penghitungan jumlah kendaraan bermotor yang melintas secara langsung dan dilakukan pula pengukuran suhu dan kecepatan angin di lingkungan pengambilan data tersebut dengan alat *anemomaster kanomax* model A031. Dan sebelumnya telah dilakukan penelitian tentang konsentrasi partikel jenis $PM_{2.5}$ di kampus Universitas Tongji Cina yang dilakukan di salah satu gedung fakultas teknik yang berlokasi di tengah kota yang dilakukan selama satu tahun (Ye dkk, 2002)

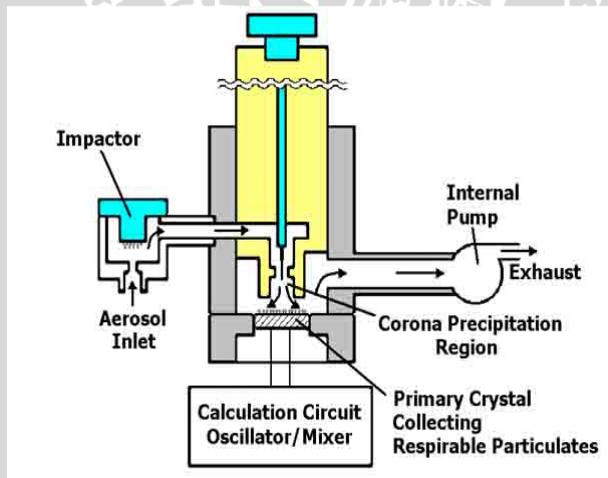
3.3.4 Persiapan Alat

- **Kanomax piezobalance dust monitor model 3522**
Penelitian ini menggunakan alat *Kanomax piezobalance dust monitor* model 3522.



Gambar 3.4: *Kanomax Piezobalance dust monitor* model 3522

Alat ini digunakan untuk mengukur konsentrasi partikel yang dapat digunakan baik di dalam ataupun di luar ruangan. Dalam penggunaan alat ini tidak memerlukan pelatihan khusus dalam pengoperasiannya dikarenakan alat ini sangat mudah digunakan. Alat ini hanya dapat mengukur partikel yang berukuran kurang dari $2,5 \mu\text{m}$.



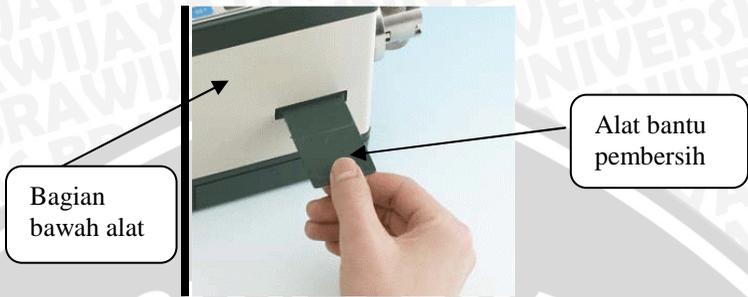
Gambar 3.5: Prinsip Kerja *Kanomax Piezobalance* 3522

Prinsip kerja alat ini yaitu sampel udara masuk ke dalam sistem. Di dalamnya terdapat impactor yang berfungsi untuk memisahkan partikel yang besar dan kecil. Partikel yang kecil menjadi bermuatan negatif dan disimpan pada piezo-kristal. Massa total partikel yang tersimpan, dimana sebelum terdapatnya partikel piezo-kristal memiliki frekuensi tertentu sehingga setelah petikel masuk ke dalam piezo-kristal akan mempengaruhi frekuensi dari piezo-kristal tersebut. Karena massa partikel sebanding dengan perubahan frekuensi, sehingga berat/jumlah konsentrasi partikel dapat diketahui (Kanomax, 2011).

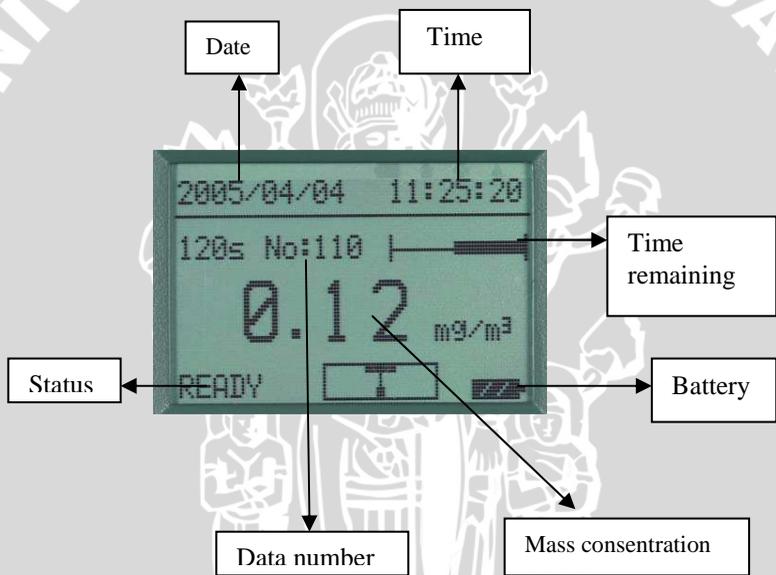


Gambar 3.6: *Impactor piezobalance dust monitor kanomax model 3522*

Sebelum dinyalakan alat ini harus dibersihkan sensornya terlebih dahulu. Cara membersihkan sensor dari alat ini yaitu dengan cara meneteskan cairan detergen pembersih khusus ke spons pada alat bantu pembersih kemudian alat bantu pembersih tersebut dimasukkan ke dalam lubang bagian bawah alat dan didorong sampai muncul ke bagian atas dan ditarik keluar kembali setelah itu dilakukan beberapa kali sampai benar-benar bersih.



Gambar 3.7: Lubang tempat membersihkan sensor



Gambar 3.8: Display dari Kanomax

Alat ini bersifat portabel yang artinya dapat dibawa kemana-mana tanpa harus membutuhkan sumber listrik karena alat ini sudah dilengkapi dengan *Li-ion battery* yang dapat di isi kembali sehingga sebelum menggunakan alat ini harus di *charg* (pengisian baterai) sampai penuh terlebih dahulu sebelum alat ini digunakan dan ketika alat ini akan digunakan harus

dipastikan bahwa kondisi baterai dalam keadaan penuh agar dapat digunakan sampai pengambilan data dirasa cukup sehingga tidak mengganggu proses pengambilan data.

Tabel 3.1 Spesifikasi *Kanomax piezobalance dust monitor* model 3522 (Kanomax, 2011)

Objek Pengukuran	Partikel < 10 μ m
Rentang Pengukuran	0,02-10mg/m ³
Laju Alir Sampling	1L/min
Waktu Pengukuran	"Preset: 120 sec or 24 sec Manual: 10sec to 3600sec"
Keakuratan	+/-10% of rdg +/-1 digit (0 to 5mg / m ³) +/-20% of rdg +/-1 digit (5 to 10mg / m ³)
Frekuensi Pembersihan	Pembersihan diperlukan setelah 10-20 kali pengukuran, dan akan muncul "CLEANING" pada layar apabila butuh untuk diberishkan
Data Logging	Max 500 date and time stamped sampels.
Digital Output (To PC or printer)	RS232C (Baud Rate 4800, 9600, and 19200)
Power Supply	AC (85V-240V) or DC Ni-MH battery
Ukuran	65 x 180 x 150 mm (WxHxD)
Berat	Approx. 2kg

- **Anemomaster Kanomax Model A031**



Gambar 3.9: *Kanomax Anemomaster model A031*

Alat ini digunakan untuk mengukur suhu dan kecepatan angin di lokasi pengambilan data. Cara penggunaan alat ini sangat mudah dan tidak perlu pelatihan khusus hanya dengan menarik straight probe dari anemomaster hingga mendapatkan posisi yang sesuai dengan kebutuhan kemudian menggeseser saklar ke posisi on maka alat ini akan dapat langsung mendeteksi besarnya suhu dan kecepatan angin di sekitar daerah tersebut.



Gambar 3.10: *Straight probe kanomax anemomaster model A031*

Namun yang perlu diperhatikan yaitu posisi lubang dari sensor yang terdapat pada straight probe dari

anemomaster tersebut harus disesuaikan dengan arah angin yang berhembus sehingga datanya menjadi lebih akurat.

Tabel 3.2 Spesifikasi *anemomaster Kanomax* model A031(Kanomax, 2011)

Kecepatan Udara	Rentang	20 to 6,000 FPM (0,1 to 30 m/s)
	Keakuratan	+/- 2.0 % of reading
	Resolusi	1 FPM or 0,01 m/s (0 to 9.99 m/s), 0,1 m/s (10 to 30 m/s)
<i>Volumetric Flowrate</i>	<i>Imperial</i>	9031 CFM (at 20 FPM) 2,709,360 CFM (at 6000 FPM)
	<i>Metric</i>	2,341 m ³ /s (at 0,1 m/s) 702,270 m ³ /s (at 30,0 m/s)
Suhu	Rentang	-4 to 140F (-20 to 60C)
	Keakuratan	+/- 1F or +/- 0,5C
	Resolusi	0,1F or 0,1C
Penurun Tekanan (A041, A044)	Rentang	-5.00 to +5.00 KPa
	Keakuratan	+/- 3.0 % of reading +/- 0,01 KPa
	Resolusi	0,01 KPa
Power Supply	6 x AA Baterai Alkaline or AC Adapter	
Asesoris	<i>Carrying Case</i> , buku petunjuk, Baterai, <i>AC adapter</i> PC Comm. kabel, Comm. Software (untuk WIndows)	
Options	<i>Analog Output</i> , Printer, kabel Printer, <i>Rolled Paper</i> , <i>AC adapter</i> untuk Printer	

3.3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengukuran masih dalam data mentah. Data untuk nilai konsentrasi partikel $PM_{2.5}$ yang masih tersimpan dalam alat di salin ulang pada Microsoft Excel 2007 dalam bentuk tabel dan diplotkan menjadi grafik hubungan antara konsentrasi partikel dalam satuan mg/m^3 terhadap jumlah kendaraan yang melewati wilayah tersebut dalam setiap dua menit. Yang kemudian diolah menjadi grafik. Dari grafik tersebut dianalisa bagaimana perilaku nilai konsentrasi massa partikel $PM_{2.5}$ terhadap jumlah kendaraan, Kemudian untuk mengetahui bagaimana konsentrasi partikel tiap hari dan dalam satu Minggu, maka dibuat plot hubungan antara konsentrasi $PM_{2.5}$ terhadap waktu dan jumlah kendaraan bermotor tiap hari dan dalam satu 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

Langkah analisa berikutnya yaitu dengan menggabungkan data mentah yang belum dirata-rata yaitu data pagi, siang maupun sore di dalam hari yang sama menjadi satu dan dianalisa bagaimana tren dari pengaruh jumlah kendaraan yang melintas di lokasi pengambilan data terhadap nilai konsentrasi massa partikel yang ada di udara pada lokasi tersebut. Kemudian dilakukan analisa tambahan dengan mengkerucutkan tren tersebut dalam satu Minggu penelitian. Langkah analisa selanjutnya yaitu dilakukan dengan membagi grafik dengan tiga zona waktu yaitu zona waktu pagi untuk sampel data pada jam 08.00-09.00 WIB, kemudian zona waktu siang yaitu sampel data penelitian pada jam 12.00-13.00 WIB dan zona waktu sore yaitu data pada penelitian jam 15.00-16.00 WIB, dari ketiga

zona waktu tersebut dilakukan rata-rata dalam satu Minggu sehingga menjadi tiga grafik zona waktu dan kemudian dilakukan analisa terhadap tren dari pengaruh jumlah kendaraan bermotor yang melintas pada lokasi penelitian terhadap nilai konsentrasi massa *fine particulate* (PM_{2.5}).

Sedangkan langkah yang terakhir yaitu dengan melakukan rata-rata dari seluruh data pada jam yang sama dalam satu Minggu dan dibuat menjadi sebuah grafik linieritas sehingga dapat dianalisa bagaimana nilai kelinieran dari pengaruh jumlah kendaraan yang melintas di lokasi pengambilan data terhadap nilai konsentrasi massa *fine particulate* (PM_{2.5}) di lokasi tersebut.

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

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

Langkah analisa berikutnya yaitu dengan menggabungkan data mentah yang belum dirata-rata yaitu data pagi, siang maupun sore di dalam hari yang sama menjadi satu dan dianalisa bagaimana tren dari pengaruh jumlah kendaraan yang melintas di lokasi pengambilan data terhadap nilai konsentrasi massa partikel yang ada di udara pada lokasi tersebut. Kemudian dilakukan analisa tambahan dengan mengkerucutkan tren tersebut dalam satu Minggu penelitian. Untuk mengetahui seberapa besar korelasi antara jumlah kendaraan bermotor yang melintas dengan konsentrasi PM_{2.5} yang terukur, di buat grafik antara konsentrasi PM_{2.5} dengan jumlah kendaraan bermotor yang melewati jalan utama Universitas Brawijaya yang dilakukan dengan analisa grafik terbaik dengan menggunakan *Microsoft excel 2007* , hasil pendekatan terbaik dari grafik adalah persamaan linier sedangkan untuk ralatnya yaitu menggunakan metode ralat sederhana dengan menarik titik *centroid* yang dirumuskan sebagai berikut:

$$KR = \frac{y_2 - y_1}{2c} \times 100\% \quad (3.3)$$

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengukuran Jumlah Kendaraan Yang Melintas Di Bundaran Universitas Brawijaya

Salah satu sumber penghasil partikel adalah dari hasil emisi kendaraan bermotor yang merupakan hasil pembakaran dari bahan bakar kendaraan bermotor tersebut. Berikut ini adalah tabel dari hasil penelitian yang telah dilakukan tentang jumlah kendaraan telah di rata-rata baik roda dua maupun roda empat yang melintas pada lingkungan lokasi pengambilan data yang disajikan dalam tabel 4.1 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Rata-rata jumlah kendaraan yang melintas di lokasi penelitian dalam setiap dua menit

Hari	Waktu (WIB)	Jumlah Kendaraan (unit)	
		Sepeda motor	Mobil
Senin	Pagi	71	14
	Siang	57	11
	Sore	62	13
Selasa	Pagi	70	11
	Siang	58	14
	Sore	66	12
Rabu	Pagi	42	6
	Siang	46	10
	Sore	26	11
Kamis	Pagi	38	8
	Siang	56	12
	Sore	63	15

Hari	Waktu	Jumlah Kendaraan (unit)	
		Sepeda motor	Mobil
Jum'at	Pagi	36	14
	Siang	23	8
	Sore	49	13
Sabtu	Pagi	25	7
	Siang	23	10
	Sore	24	6
Minggu	Pagi	15	6
	Siang	21	6
	Sore	15	2

Dari tabel data hasil penelitian diatas (tabel 4.1) diperoleh jumlah kendaraan yang melewati lokasi penelitian dalam setiap dua menit dalam satu Minggu dari pagi sampai sore yaitu berkisar antara 15 sampai 71 sepeda motor dan 2 sampai 15 mobil. Dari data tersebut juga dapat dilihat bahwa jumlah kendaraan yang melewati lokasi pengambilan data tertinggi yaitu terjadi rata-rata pada waktu pagi hari dimana banyak mahasiswa dan dosen juga karyawan serta orang-orang yang memiliki kepentingan untuk beraktifitas di poros jalan utama Universitas Brawijaya akan memulai aktifitasnya di pagi hari. Dan puncak terjadinya keramaian tersebut terjadi pada hari Senin yang mencapai rata-rata 71 sepeda motor dan 14 mobil yang melewati lokasi pengambilan data dalam setiap dua menit. Hari Senin adalah hari pertama dalam satu Minggu dan dihari Senin inilah seluruh civitas akademika Universitas Brawijaya harus memulai kembali aktifitasnya setelah libur.

Kebijakan Universitas Brawijaya menetapkan hari Sabtu dan Minggu sebagai hari libur untuk mahasiswa namun tidak untuk beberapa golongan karyawan (di hari Sabtu) menjadikan arus lalu lintas yang terjadi di lokasi pengambilan data lebih sepi jika dibandingkan dengan arus lalu lintas pada hari aktif kegiatan perkuliahan yaitu hari Senin sampai Jum'at hal ini ditunjukkan pula

pada tabel 4.1 yang menunjukkan bahwa pada hari Sabtu dan Minggu nilai rata-rata kendaraan yang melewati lokasi pengambilan data lebih sedikit dibandingkan pada hari Senin sampai Jum'at, namun jumlah kendaraan yang melewati lokasi pengambilan data tidak menurun secara signifikan pada hari Sabtu jika dibandingkan penurunan jumlah kendaraan yang melewati lokasi pengambilan data pada hari Minggu hal ini dikarenakan pada hari Sabtu masih banyak mahasiswa yang melakukan aktifitas di kampus pada hari Sabtu, selain itu beberapa karyawan masih masuk kerja di hari Sabtu dan libur di hari Minggu.

4.2 Hasil Pengukuran Suhu dan Kecepatan Angin Daerah Penelitian

Jumlah partikel yang terdistribusi dalam suatu wilayah akan dipengaruhi oleh suhu dan kecepatan angin daerah tersebut. Keberadaan partikel di suatu daerah bergantung pada kondisi topografi dan meteorologi daerah tersebut (Jamriska and Morawska, 2000). Dan menurut hasil penelitian diperoleh hasil pengukuran rata-rata suhu dan kecepatan angin di lokasi penelitian dalam setiap dua menit yang disajikan dalam tabel 4.2.

Tabel 4.2 Rata-rata suhu dan kecepatan angin di lokasi penelitian setiap dua menit

Hari	Waktu	Kec. Angin (m/s)	Suhu (°C)
Senin	Pagi	0,256	25,7
	Siang	0,273	33,8
	Sore	0,272	32,7
Selasa	Pagi	0,382	25,8
	Siang	0,542	35,1
	Sore	0,445	32,1
Rabu	Pagi	0,486	24,4
	Siang	0,433	33,2
	Sore	0,559	29,6

Hari	Waktu	Kec. Angin (m/s)	Suhu (°C)
Kamis	Pagi	0,605	25,5
	Siang	0,27	34,4
	Sore	0,273	32,9
Jum'at	Pagi	0,989	21,6
	Siang	1,165	30,5
	Sore	0,572	30,9
Sabtu	Pagi	0,581	23,6
	Siang	0,498	30,1
	Sore	0,412	30,1
Minggu	Pagi	0,43	25,2
	Siang	0,49	35,4
	Sore	0,478	29,6

Dari tabel 4.2 diketahui bahwa rata-rata kecepatan angin yang melewati lokasi penelitian berkisar antara 0,256 m/s sampai 1,165m/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 nilai rata-rata suhu dilokasi penelitian berkisar antara 21,6 °C hingga 34,4 °C hal ini menunjukkan bahwa suhu dilokasi penelitian cukup dingin dipagi hari dan terasa sangat panas di siang hari. Ketika kecepatan angin meningkat maka suhu cenderung menurun dari nilai sebelumnya.

4.3 Hasil Pengukuran Konsentrasi Partikel dan Jumlah Kendaraan Yang Melintas Tiap Dua Menit

Dari penelitian yang telah dilaksanakan untuk pengukuran konsentrasi *fine particulate* (PM_{2,5}) pada udara bebas terhadap jumlah kendaraan bermotor dalam tiap dua menit yang melintas di bundaran yang berlokasi di depan gedung Rektorat Universitas Brawijaya Malang, diperoleh hasil yang direpresentasikan pada grafik sebagai berikut:

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Dari Gambar 4.1 menunjukkan bahwa tren dari nilai konsentrasi dari *fine particulate* (PM_{2.5}) pada hari Senin tanggal 19 September 2011 bernilai antara 0,1 mg/m³ sampai 0,13 mg/m³. Dari grafik di atas juga bisa diketahui bahwa mobilitas kendaraan bermotor dapat dikatakan di hari Senin inilah yang mengalami kepadatan yang artinya jumlah kendaraan yang melintas di lokasi pengambilan data mencapai angka yang cukup tinggi dalam setiap dua menit pengambilan data. Pada hari Senin tanggal 19 September 2011 didapatkan bahwa jumlah sepeda motor yang melintas mencapai angka tertinggi yaitu 103 unit dalam dua menit dan 25 unit untuk mobil. Sedangkan untuk rata-rata tiap 2 menitnya diperoleh 63 unit untuk sepeda motor dan 13 unit untuk mobil dalam dua menit. Semakin tinggi jumlah kendaraan yang melintas dalam setiap satuan waktu maka akan semakin tinggi nilai konsentrasi massa dari *fine particulate* (PM_{2.5}) dan begitu sebaliknya. Seperti halnya yang terjadi pada pukul 15.54-15.56 WIB diperoleh nilai konsentrasi massa dari *fine particulate* (PM_{2.5}) mencapai 0,13 mg/m³ dimana jumlah kendaraan pada saat itu sebanyak 65 untuk sepeda motor dan 11 untuk mobil (kendaraan bermotor roda 4). Sebaliknya pada pukul 15.12-15.14 WIB didapatkan nilai konsentrasi massa dari *fine particulate* (PM_{2.5}) mencapai 0,03 mg/m³ dimana jumlah kendaraan pada saat itu sebanyak 35 unit untuk sepeda motor dan 0 unit untuk mobil (kendaraan bermotor roda 4).

Suhu lokasi pengambilan data pada hari Senin tanggal 19 September 2011 ini berkisar antara 24°C sampai 36°C dengan rata-rata suhu sebesar 30,7°C, dimana pada pagi hari suhu terendah mencapai 24°C dan suhu tertinggi mencapai 26,5°C dengan rata-rata suhu sebesar 25,7°C, untuk siang hari suhu terendah adalah 31°C dan yang tertinggi mencapai 36°C dengan rata-rata suhu sebesar 33,8°C sedangkan untuk sore hari suhu terendah adalah 30,5°C dan yang tertinggi adalah 33,9°C dengan rata-rata suhu sebesar 32,7°C.

Gambar 4.1 menunjukkan hubungan jumlah kendaraan yang melintas terhadap konsentrasi massa *fine particulate* (PM_{2.5}) hari Selasa tanggal 20 September 2011

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

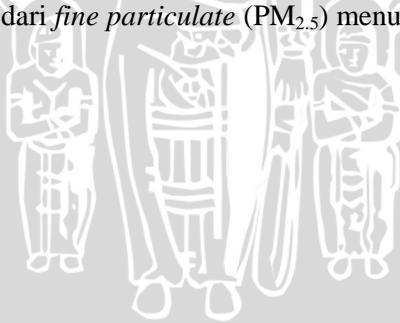


Gambar 4.2 menunjukkan bahwa tren dari nilai konsentrasi dari *fine particulate* ($PM_{2.5}$) pada hari Selasa tanggal 20 September 2011 bernilai antara $0,2 \text{ mg/m}^3$ sampai $0,10 \text{ mg/m}^3$. Pada grafik di atas tampak bahwa grafiknya untuk nilai konsentrasi massa dari *fine particulate* ($PM_{2.5}$) cenderung selalu tinggi di pagi hari kemudian menurun di siang hari dan meningkat kembali pada sore hari, hal ini dikarenakan kecepatan angin dipagi hari cenderung stabil dan tenang yaitu dengan nilai kecepatan angin rata-rata di pagi hari hanya $0,38 \text{ m/s}$ sehingga hal ini akan mempengaruhi nilai konsentrasi dari *fine particulate* ($PM_{2.5}$) di udara yaitu karena *fine particulate* ($PM_{2.5}$) melayang-layang di udara dan cenderung berada di lokasi tersebut. Namun pada siang hari nilai konsentrasi dari *fine particulate* ($PM_{2.5}$) menurun dan cenderung berada pada nilai yang lebih rendah jika dibandingkan dengan konsentrasi dari *fine particulate* ($PM_{2.5}$) pada pagi hari yang dikarenakan pada siang hari kecepatan anginnnya cenderung lebih tinggi dibandingkan kecepatan angin pada siang hari selain itu pada siang hari suhu udara sekitar sangat tinggi hingga mencapai 36°C sehingga kelembapan udara disekitar lokasi tersebut menjadi sangat kecil sehingga *fine particulate* ($PM_{2.5}$) semakin sulit untuk turun ke tanah. Seperti data jam 12.56-12.58 WIB mencapai nilai tertinggi yaitu $0,13 \text{ mg/m}^3$ dimana kecepatan angin sangat kecil yaitu $0,37 \text{ m/s}$ dan suhunya sangat tinggi yaitu $35,5^\circ\text{C}$ sehingga membuat partikel yang berada di lokasi tersebut cenderung diam di lokasi tersebut. Sedangkan untuk sore hari terjadi nilai konsentrasi massa dari *fine particulate* ($PM_{2.5}$) mengalami nilai yang naik turun. Hal ini dikarenakan pada sore hari tanggal 20 September 2011 ini kecepatan anginnnya tidak stabil sehingga ketika kecepatan angin tinggi maka nilai konsentrasi massa dari *fine particulate* ($PM_{2.5}$) akan menurun karena partikel tersebut terbawa oleh angin menuju tempat lain.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Gambar 4.3 menunjukkan bahwa tren dari nilai konsentrasi dari *fine particulate* ($PM_{2.5}$) pada hari Rabu tanggal 21 September 2011 bernilai antara $0,00 \text{ mg/m}^3$ sampai $0,14 \text{ mg/m}^3$, nilai tersebut merupakan nilai tertinggi yang tercatat dalam satu Minggu namun masih jauh apabila dibandingkan dengan kota Chegongzhuang yang nilai konsentrasi massa $PM_{2.5}$ yang terukur berkisar antara $37\text{-}357 \text{ mg/m}^3$ (He dkk, 2001). Pada Gambar 4.2 sangat tampak bahwa mobilitas kendaraan bermotor yang melintas di lokasi penelitian cukup tinggi pada pagi dan siang hari namun mengalami penurunan pada sore hari, begitu pula dengan nilai konsentrasi dari *fine particulate* ($PM_{2.5}$). Nilai konsentrasi dari *fine particulate* ($PM_{2.5}$) tertinggi terjadi pada pagi hari yaitu pada pukul 08.10-08.12 WIB dimana jumlah sepeda motor yang melintas sebanyak 59 unit dan 8 unit kendaraan roda empat sehingga dihasilkan nilai konsentrasi dari *fine particulate* ($PM_{2.5}$) yang tinggi di bandingkan yang lain hal ini terjadi dikarenakan jenis kendaraan roda empat yang melewati lokasi tersebut merupakan jenis kendaraan besar yaitu truck sampah dan mini bus yang menggunakan bahan bakar solar yang sempat berhenti sebentar di lokasi penelitian, selain itu nilai kecepatan angin pada saat itu sangat kecil yaitu $0,06 \text{ m/s}$ dengan suhu $23,6 \text{ }^\circ\text{C}$, namun nilai tersebut turun kembali setelah kendaran roda empat tersebut pergi setelah beberapa saat dan di dukung dengan meningkatnya kecepatan angin dan angin tersebut membawa partikel menuju tempat lain sehingga nilai konsentrasi dari *fine particulate* ($PM_{2.5}$) menurun pada pengukuran berikutnya.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Gambar 4.4 menunjukkan bahwa tren dari nilai konsentrasi dari *fine particulate* ($PM_{2.5}$) pada hari Kamis tanggal 22 September 2011 bernilai antara $0,03 \text{ mg/m}^3$ sampai $0,16 \text{ mg/m}^3$. Dimana nilai $0,16 \text{ mg/m}^3$ merupakan nilai tertinggi untuk konsentrasi massa partikel yang terukur dalam satu Minggu pengambilan data. Nilai-nilai konsentrasi dari *fine particulate* ($PM_{2.5}$) yang terukur merupakan nilai yang cukup tinggi dimana rata-rata konsentrasi dari *fine particulate* ($PM_{2.5}$) pada pagi hari sebesar $0,08 \text{ mg/m}^3$, pada siang hari $0,06 \text{ mg/m}^3$ sedangkan pada sore hari sebesar $0,08 \text{ mg/m}^3$ dimana nilai rata-rata ini merupakan nilai rata-rata yang lebih tinggi dari hari yang lainnya baik week day (Senin sampai Jum'at) atau week end (Sabtu dan Minggu), hal ini dikarenakan jumlah kendaraan yang melintas di lokasi penelitian jumlahnya cukup tinggi sedangkan kecepatan anginnya sangat kecil dimana rata-rata nilai kecepatan angin pada pagi hari $0,61 \text{ m/s}$ dan siang hari sebesar $0,21 \text{ m/s}$ sedangkan untuk sore hari $0,27 \text{ m/s}$ sehingga partikel tetap melayang di udara dan ter-akumulasi dalam waktu tertentu hingga kecepatan angin bertambah kencang.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Gambar 4.5 menunjukkan bahwa tren dari nilai konsentrasi dari *fine particulate* ($PM_{2.5}$) pada hari Kamis tanggal 22 September 2011 bernilai antara $0,00 \text{ mg/m}^3$ sampai $0,12 \text{ mg/m}^3$. Dari grafik sangat jelas tampak bahwa jumlah kendaraan yang melintasi lokasi penelitian mengalami penurunan pada siang hari dan kembali meningkat di sore hari, pada pagi hari (08.00-09.00) merupakan awal aktifitas perkuliahan dan aktifitas lainnya di poros jalan utama Universitas brawijaya, namun terjadi penurunan di siang hari yaitu pada jam 12.00-13.00 karena pada jam-jam tersebut merupakan waktu solat Jum'at bagi umat Islam sehingga sangat mempengaruhi mobilitas kendaraan bermotor yang melintasi kawasan tersebut sedangkan sore hari merupakan waktu pulang baik mahasiswa, dosen maupun staf dan karyawan yang berkepentingan di kawasan Universitas Brawijaya. Rata-rata jumlah kendaraan yang melintas pada pagi hari sebanyak 36 unit untuk sepeda motor dan 14 unit untuk mobil (kendaraan roda empat), pada siang hari sebanyak 23 unit untuk sepeda motor dan 8 unit untuk mobil (kendaraan roda empat) sedangkan pada sore hari sebanyak 49 unit untuk sepeda motor dan 13 unit untuk mobil (kendaraan roda empat). Begitu pula dengan nilai konsentrasinya yang menurun di siang hari dan meningkat kembali pada sore hari dengan nilai rata-rata konsentrasi dari *fine particulate* ($PM_{2.5}$) pada pagi hari sebesar $0,03 \text{ mg/m}^3$ dan $0,01 \text{ mg/m}^3$ sedangkan pada sore hari sebesar $0,05 \text{ mg/m}^3$.

Pada Gambar 4.5 tampak beberapa nilai konsentserasi massa $PM_{2.5}$ bernilai nol seperti data pada pukul 12.10-12.12; 12.12-12.14; 12.34-12.36; 12.44-12.46; 12.46-12.48 dan 15.52-15.54. hal ini dikarenakan pada saat itu jumlah kendaraan yang melintas pada jam tersebut lebih rendah dibandingkan dengan yang lain serta nilai kecepatan angin dan suhu pada saat itu juga cukup tinggi yaitu berkisar antara $0,95 \text{ m/s}$ sampai $1,33 \text{ m/s}$ dan suhu berkisar antara $29,7^\circ\text{C}$ sampai 32°C , selain itu juga arah angin semakin menjauh dari titik pengambilan data sehingga nilai konsentrassi massa dari $PM_{2.5}$ menjadi sangat kecil sehingga tidak terbaca nilainya oleh alat.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Gambar 4.6 menunjukkan bahwa tren dari nilai konsentrasi dari *fine particulate* ($PM_{2.5}$) pada hari Sabtu tanggal 24 September 2011 ini terjadi variasi data yang sangat berangam yaitu bernilai antara $0,00 \text{ mg/m}^3$ sampai $0,12 \text{ mg/m}^3$. Dimana nilai $0,12 \text{ mg/m}^3$ merupakan nilai yang tinggi jika nilai tertinggi yang pernah diukur dalam penelitian ini adalah $0,13 \text{ mg/m}^3$. faktor yang juga mempengaruhi hasil pengukuran partikel yaitu jenis dari kendaraan yang melintas. Sebagian besar partikel yang berada di udara dihasilkan oleh kendaraan bermesin diesel (Morawska and Junfeng, 2002) dan kendaraan berbahan bakar petrol (*liquefied petroleum*) (Riztovski, at al, 1998). Pada hari Sabtu ini jumlah kendaraan yang melintasi lokasi pengambilan data cenderung lebih sedikit jika dibandingkan dengan hari aktif (Senin sampai Jum'at) namun nilai konsentrasi massa dari *fine particulate* ($PM_{2.5}$) yang didapat memiliki nilai yang cukup tinggi pada pagi hari, hal ini dikarenakan pada saat pengambilan data terdapat beberapa kali kendaraan besar yang berbahan bakar solar seperti bus pariwisata yang sedang melakukan *study tour* yang melintas dan sempat berhenti beberapa kendaraan tersebut tepat di depan lokasi pengambilan data dikarenakan kendaraan tersebut mengalami kesulitan ketika akan parkir di lapangan parkir yang berlokasi dekat dengan lokasi penelitian. Bus tersebut memakai bahan bakar jenis solar dan menghasilkan gas buang yang lebih pekat dan hitam, selain bus pariwisata juga terdapat jenis kendaraan truk pengangkut sampah dan truk bahan bangunan yang membawa bahan bangunan untuk beberapa proyek pembangunan yang berada di poros jalan utama Universitas Brawijaya. Selain itu juga dikarenakan arah angin pada saat itu mengarah pada posisi alat, selain itu nilai dari kecepatan angin cenderung lebih kecil dibandingkan dengan hari yang lain sehingga $PM_{2.5}$ melayang-layang disekitar alat dan terdeteksi lebih tinggi. Sedangkan pada siang hari nilai konsentrasi dari *fine particulate* ($PM_{2.5}$) berkisar antara $0,03\text{-}0,07 \text{ mg/m}^3$. Dimana rentang tersebut menurun dari nilai pagi hari namun tetap lebih tinggi dari sore hari hal ini di karenakan kecepatan angin pada siang hari cenderung stabil dalam kecepatan yang cukup rendah sehingga partikel tetap terkumpul di lokasi tersebut selain itu juga juga partikel hasil emisi kendaraan bermotor dipagi hari juga masih tersisa di lokasi tersebut karena kecepatan angin dipagi hari juga merupakan

angin tenang. Kemudian untuk sore hari terjadi beberapa kali data terekam bernilai 0 mg/m^3 yaitu salah satunya terjadi pada jam 15.22-15.24 WIB dimana kendaraan yang melintas 23 unit untuk sepeda motor dan 2 unit untuk mobil sehingga nilai konsentrasi dari *fine particulate* ($\text{PM}_{2.5}$) adalah nol dikarenakan kendaraan yang melewati lokasi sedikit tetapi jumlah sepeda motor cukup banyak yang melintas dalam dua menit namun rata-rata yang melintas tersebut adalah sepeda motor tahun 2008 keatas yang merupakan sepeda motor *modern* yang lebih ramah lingkungan sehingga menghasilkan emisi yang sedikit dan pada saat itu nilai kecepatan angin dan suhu pada saat itu juga cukup tinggi yaitu berkisar antara $0,52 \text{ m/s}$ sampai $0,98 \text{ m/s}$ dan suhu berkisar antara $29,8^\circ\text{C}$ sampai $33,3^\circ\text{C}$, selain itu juga arah angin semakin menjauh dari titik pengambilan data sehingga nilai konsentrasi massa dari $\text{PM}_{2.5}$ menjadi sangat kecil sehingga tidak terbaca nilainya oleh alat.



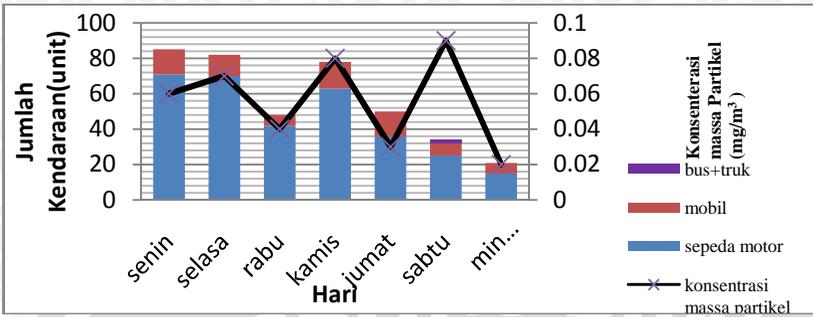
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



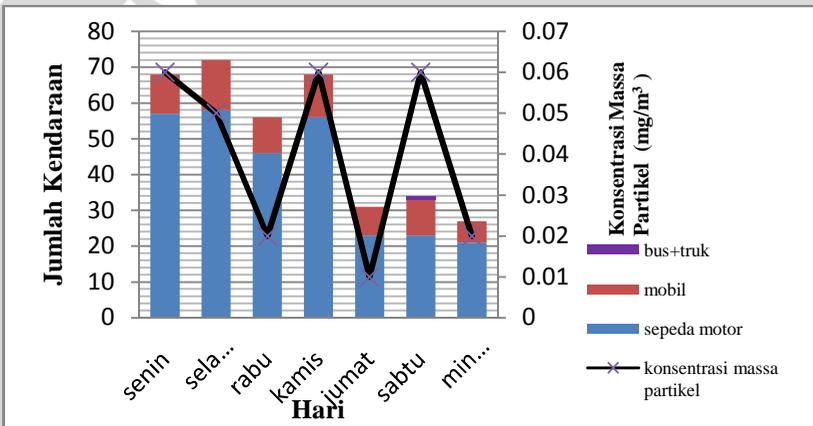
Gambar 4.7 menunjukkan bahwa tren dari nilai konsentrasi dari *fine particulate* ($PM_{2.5}$) pada hari Minggu tanggal 25 September 2011 bernilai antara $0,1 \text{ mg/m}^3$ sampai $0,05 \text{ mg/m}^3$. Dimana nilai $0,02 \text{ mg/m}^3$, nilai tersebut sangat jauh jika dibandingkan dari hari sebelumnya baik dari hari Senin sampai Sabtu yang memiliki nilai rata-rata harian lebih tinggi. Hal ini dikarenakan jumlah kendaraan yang melintas pada lokasi penelitian jauh lebih sedikit jika dibandingkan dengan hari lainnya baik untuk kendaraan roda dua maupun kendaraan roda empat, dimana di hari Minggu ini sering sekali tidak terdapat mobil sama sekali yang melintasi lokasi dalam dua menit dikarenakan pada hari Minggu merupakan hari libur baik bagi mahasiswa, dosen ataupun karyawan Universitas Brawijaya sehingga aktifitas yang terjadi sangat sedikit yang menyebabkan mobilitas kendaraan bermotor yang melintas dilokasi penelitian sangat minim. Selain itu faktor yang mempengaruhi yaitu kecepatan angin yang tidak stabil dan cenderung meninggi mengakibatkan distribusi partikel semakin menyebar dan menjauhi lokasi penelitian sehingga nilai konsentrasi dari *fine particulate* ($PM_{2.5}$) menjadi lebih sedikit yang terdeteksi oleh alat.

4.4 Rata-rata konsentrasi massa *fine particulate* ($PM_{2.5}$) per Hari

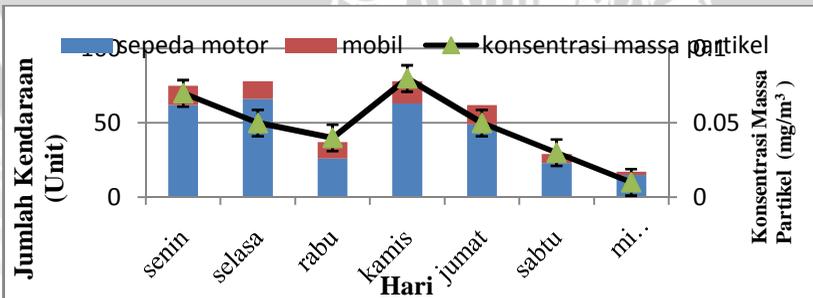
Dilakukan pengukuran konsentrasi massa *fine particulate* ($PM_{2.5}$) pada setiap zona waktu yaitu zona waktu pagi yaitu pada jam 08.00-09.00 WIB, siang yaitu pada jam 12.00-13.00 WIB dan sore pada jam 15.00-16.00 WIB. Gambar 4.8 menunjukkan grafik hubungan antara rata-rata jumlah kendaraan terhadap rata-rata konsentrasi *fine particulate* ($PM_{2.5}$) per hari.



Gambar 4.8 Grafik hubungan konsentrasi partikel dengan jumlah kendaraan bermotor untuk tiap hari untuk pagi hari



Gambar 4.9 Grafik hubungan konsentrasi partikel dengan jumlah kendaraan bermotor untuk tiap hari untuk siang hari



Gambar 4.10 Grafik hubungan konsentrasi partikel dengan jumlah kendaraan bermotor untuk tiap hari untuk sore hari

Dari Gambar 4.8 diketahui Jumlah mobil (kendaraan roda empat) yang lewat pada kawasan ini terbanyak yaitu pada hari Kamis yaitu 15 unit dan paling sedikit terjadi pada hari Rabu dan Minggu yaitu 6 unit. Untuk jumlah motor terbanyak pada hari Senin yaitu 71 unit dan paling sedikit pada Minggu dengan 15 unit. Konsentrasi *fine particulate* (PM_{2.5}) tertinggi pada Sabtu dengan 0,09 mg/m³ dan hal ini merupakan sebuah anomali yang telah dijelaskan pada Gambar 4.6. Sedangkan massa *fine particulate* (PM_{2.5}) terendah terjadi pada hari Minggu dengan 0,02 mg/m³.

Dari Gambar 4.9 diketahui Jumlah mobil (kendaraan roda empat) yang lewat pada kawasan ini terbanyak yaitu pada hari Kamis yaitu 15 unit dan paling sedikit terjadi pada hari Minggu yaitu 2 unit. Untuk jumlah motor terbanyak pada hari Selasa yaitu 66 unit dan paling sedikit pada Minggu dengan 15 unit. Konsentrasi *fine particulate* (PM_{2.5}) tertinggi pada Kamis dengan 0,08 mg/m³ dan terendah Minggu dengan 0,01 mg/m³.

Dari Gambar 4.8 dan 4.9 terdapat perbedaan yang sangat ekstrim yaitu pada hari Sabtu yang nilai konsentrasi massa PM_{2.5} mencapai nilai yang sangat tinggi sedangkan jumlah kendaraan yang melintasi lebih sedikit jika dibandingkan dengan hari yang lain, hal ini terjadi karena pada hari Sabtu pagi dan siang terdapat banyak kendaraan besar yang menggunakan bahan bakar solar yang melintas di lokasi penelitian dan arah angin pada saat itu mengarah pada posisi alat, selain itu nilai dari kecepatan angin cenderung lebih kecil dibandingkan dengan hari yang lain sehingga PM_{2.5} melayang-layang disekitar alat dan terdeteksi lebih tinggi, selain itu juga tidak menutup kemungkinan dipengaruhi oleh sumber partikulat lain selain dari kendaraan bermotor yang melintas di jalan utama Universitas Brawijaya.

Dari Gambar 4.10 diketahui Jumlah mobil (kendaraan roda empat) yang lewat pada kawasan ini terbanyak yaitu pada hari Selasa yaitu 14 unit dan paling sedikit terjadi pada hari Minggu yaitu 6 unit. Untuk jumlah motor terbanyak pada hari Selasa yaitu 58 unit dan paling sedikit pada Minggu dengan 21 unit. Konsentrasi *fine particulate* (PM_{2.5}) tertinggi pada Senin, Kamis dan Sabtu dengan 0,06 mg/m³ dan terendah jumat dengan 0,01 mg/m³.

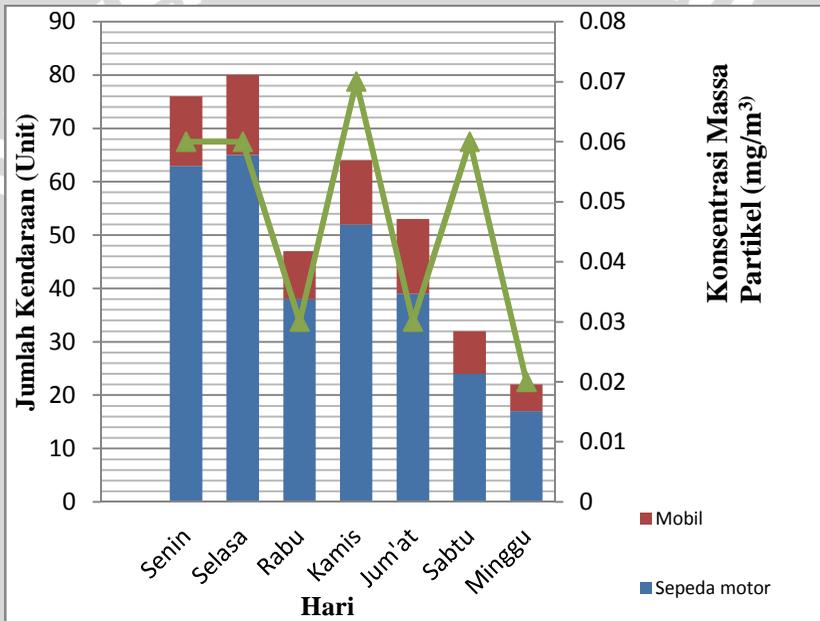
Dari ketiga grafik menunjukkan bahwa jumlah rata-rata kendaraan yang melintasi lokasi penelitian dalam satu Minggu yang paling banyak terjadi pada pagi hari dengan jumlah 396 unit, sedangkan yang paling rendah pada siang hari dengan rata-rata 355 unit. Untuk nilai Konsentrasi *fine particulate* (PM_{2.5}) tertinggi terjadi pada pagi hari dengan nilai rata-rata 0,06 mg/m³ dan terendah pada siang hari yaitu 0,04 mg/m³.

Tabel 4.3 Rata-rata konsentrasi massa *fine particulate* (PM_{2.5}) per hari

Hari	Jumlah Kendaraan (Unit)		Konsentrasi Massa Partikelmg/m3
	Sepeda motor	Mobil	
Senin	63	13	0,06
Selasa	65	15	0,06
Rabu	38	9	0,03
Kamis	52	12	0,07
Jumat	39	14	0,03
Sabtu	24	8	0,06
Minggu	17	5	0,02

Berdasarkan pada tabel 4.3, terlihat bahwa rata-rata jumlah kendaraan bermotor yang melintas di jalan utama Universitas Brawijaya pada saat hari aktif berkisar antara 32 kendaraan sampai dengan 80 kendaraan dalam setiap dua menit dengan rata-rata total konsentrasi *fine particulate* (PM_{2.5}) yang dilepaskan ke udara berkisar antara 0,02 mg/m³ sampai dengan 0,06 mg/m³. Berikut adalah nilai konsentrasi *fine particulate* (PM_{2.5}) secara berturut-turut dari Senin sampai Minggu (tanggal 19-25 September 2011) yaitu: $(6.0 \pm 0,2) \times 10^{-2}$ mg/m³; $(6.0 \pm 0,2) \times 10^{-2}$ mg/m³; $(3.0 \pm 0,3) \times 10^{-2}$ mg/m³; $(7.0 \pm 0,3) \times 10^{-2}$ mg/m³; $(3.0 \pm 0,3) \times 10^{-2}$ mg/m³, $(6.0 \pm 0,2) \times 10^{-2}$ mg/m³; $(2.0 \pm 0,4) \times 10^{-2}$ mg/m³. Dari grafik 4.13 juga dapat dilihat bahwa kepadatan lalu lintas yang berada di Universitas Brawijaya terjadi pada hari Selasa tanggal 20 September 2011. Dimana konsentrasi *fine particulate* (PM_{2.5}) total yang terukur pada

hari aktif jauh lebih besar dari konsentrasi *fine particulate* (PM_{2.5}) total yang terukur pada hari libur. total konsentrasi *fine particulate* (PM_{2.5}) yang terukur pada hari aktif khususnya hari Kamis mengalami peningkatan sebesar hampir tiga kali lebih banyak dari pada total konsentrasi *fine particulate* (PM_{2.5}) yang terukur pada hari libur, dengan adanya peningkatan total konsentrasi *fine particulate* (PM_{2.5}) yang berada di udara sekitar Universitas Brawijaya ini maka dapat diketahui bahwa pencemaran udara yang terjadi besarnya tiga kali dari keadaan udara awal.

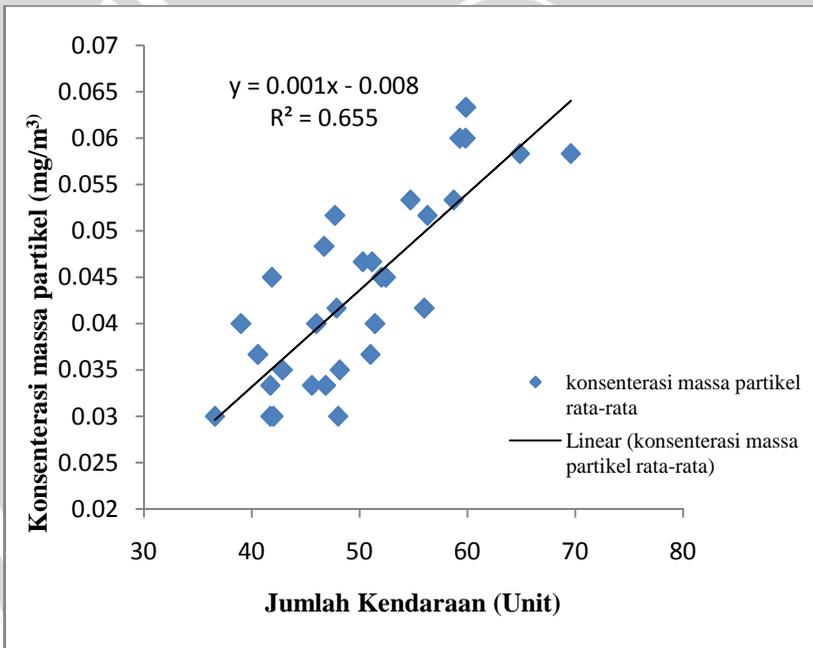


Gambar 4.11 Grafik hubungan konsentrasi partikel dengan jumlah kendaraan bermotor untuk tiap hari dalam satu Minggu

Dari Gambar 4.11 dapat diketahui bahwa nilai rata-rata jumlah kendaraan terbanyak yang melintas pada lokasi penelitian terjadi pada hari Selasa yaitu tanggal 20 September 2011 dengan jumlah kendaraan rata-rata yang melewati lokasi tersebut sebanyak

80 unit kendaraan bermotor (baik kendaraan bermotor roda dua maupun roda empat) dalam tiap dua menit. Sedangkan rata-rata jumlah kendaraan terendah yang melintas pada lokasi penelitian terjadi pada hari Minggu yaitu tanggal 25 September 2011 dengan jumlah kendaraan rata-rata yang melewati lokasi tersebut sebanyak 23 unit (baik kendaraan bermotor roda dua maupun roda empat) kendaraan bermotor dalam tiap dua menit.

Di beberapa Negara telah dilakukan pengukuran konsentrasi *fine particulate* (PM_{2.5}) di beberapa kota besar berbagai Negara dari hasil pembakaran pembukaan lahan yaitu terukur sebesar 144 mg/m³ untuk india, 108 mg/m³ thailand dan 105 mg/m³ untuk *philipina* (Bonnet. 2009).



Gambar 4.12 Korelasi jumlah kendaraan bermotor dengan konsentrasi *fine particulate* (PM_{2.5})

Berdasarkan pada ketiga grafik (Gambar 4.8, 4.9 dan 4.10) yang direpresentasikan pada grafik 4.11 - 4.12, ketiganya menunjukkan kesamaan mengenai hubungan antara jumlah kendaraan yang melintas dengan konsentrasi *fine particulate* ($PM_{2.5}$) yang terukur, dimana semakin banyak kendaraan yang melintas maka konsentrasi *fine particulate* ($PM_{2.5}$) yang terukur juga semakin tinggi. Maka ntuk membuktikan hubungan atau korelasi antara jumlah kendaraan bermotor yang melintas dengan konsentrai massa *fine particulate* ($PM_{2.5}$) yang terukur, serta untuk menentukan besarnya korelasi di antara jumlah kendaraan bermotor yang melintas dengan konsentrai *fine particulate*($PM_{2.5}$), maka ditampilkan grafik 4.12. Dimana berdasarkan pada grafik tersebut dapat diketahui bahwa konsentrasi *fine particulate*($PM_{2.5}$) dan jumlah kendaraan bermotor yang melintas mempunyai nilai korelasi 0,655 dimana artinya hubungan antara konsentrasi *fine particulate* ($PM_{2.5}$) dengan jumlah kendaraan bermotor yang melintas mempunyai hubungan yang cukup kuat yaitu jumlah kendaraan yang melintas berkontribusi sebesar 65,5% terhadap kenaikan konsentrasi *fine particulate* ($PM_{2.5}$) sedangkan sisanya 34,5% (Sarwono, 2006) keduanya mempunyai korelasi yang bernilai positif yang mana apabila jumlah kendaraan bertambah maka konsentrasi *fine particulate*($PM_{2.5}$) yang terukur juga akan bertambah namun masih banyak faktor lain yang sangat mempengaruhi dari nilai konsentrasi *fine particulate* ($PM_{2.5}$) seperti arah dan kecepatan angin juga suhu lingkungan sekitar juga jenis kendaraan,.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB V PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tentang pengukuran konsentrasi *fine particulate* (PM_{2.5}) di poros jalan utama Universitas brawijaya, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi *fine particulate* (PM_{2.5}) di poros jalan utama Universitas brawijaya masih di bawah nilai ambang batas, sesuai dengan Peraturan Pemerintah RI No. 41 tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara yang menyatakan bahwa nilai ambang batas dari PM_{2.5} sebesar 65 µg/m³, dan masih termasuk dalam kategori baik yaitu 0-15 µg/m³. Konsentrasi PM_{2.5} tidak sama antara hari Senin sampai hari Minggu. Konsentrasi *fine particulate* (PM_{2.5}) rata-rata harian tertinggi di dapat pada hari Kamis tanggal 22 September 2011 yaitu sekitar $(7,0 \pm 0,3) \times 10^{-2}$ mg/m³ dengan jumlah kendaraan bermotor yang melintas rata-rata sekitar 64 kendaraan setiap dua menit. Sedangkan untuk konsentrasi *fine particulate* (PM_{2.5}) terendah didapat pada hari Minggu tanggal 25 September 2011 dengan konsentrasi *fine particulate* (PM_{2.5}) rata-rata sekitar $(2,0 \pm 0,4) \times 10^{-2}$ mg/m³ dengan jumlah kendaraan bermotor yang melintas rata-rata sebanyak 22 kendaraan setiap dua menit. Nilai konsentrasi *fine particulate* (PM_{2.5}) tertinggi pada hari kerja tiga kali lebih besar dari pada konsentrasi *fine particulate* (PM_{2.5}) yang terukur pada hari libur. Sedangkan untuk zona waktu yang menghasilkan rata-rata konsentrasi massa *fine particulate* (PM_{2.5}) yang tertinggi terjadi pada zona waktu pagi hari (08.00-09.00) dengan nilai menghasilkan rata-rata konsentrasi massa *fine particulate* (PM_{2.5}) yang terukur sekitar 0,06 mg/m³ sedangkan yang terendah terjadi pada zona waktu siang (12.00-13.00) hari dengan dengan nilai menghasilkan rata-rata konsentrasi massa *fine particulate* (PM_{2.5}) yang terukur sekitar 0,04 mg/m³.

Jumlah kendaraan yang melintas di jalan utama Universitas Brawijaya mempunyai hubungan yang sebanding dengan konsentrasi *fine particulate* (PM_{2.5}) yang terukur. Untuk korelasi antara jumlah kendaraan yang melintas dengan konsentrasi *fine particulate* (PM_{2.5}) yang terukur mempunyai hubungan yang cukup kuat yaitu dengan

koefisien kelinieran sebesar 0,655, hal ini menunjukkan bahwa nilai konsentrasi dari $pm_{2,5}$ tidak hanya dipengaruhi oleh faktor jumlah kendaraan saja melainkan banyak faktor lain diantaranya adalah arah dan kecepatan angin, suhu lingkungan, jenis kendaraan dan sumber partikel lainnya.

5.2 SARAN

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu diperlukan penelitian mengenai berapa banyak konsentrasi *fine particulate* ($PM_{2,5}$) yang dihasilkan oleh tiap-tiap jenis kendaraan bermotor agar dapat diketahui jenis kendaraan bermotor yang paling banyak menghasilkan *fine particulate* ($PM_{2,5}$). Dilakukan dengan rentang pengukuran dengan berbagai variasi rentang waktu pengambilan data. Selain itu bisa dibahas lebih lanjut tentang dampak negatif yang dapat di timbulkan oleh distribusi *fine particulate* ($PM_{2,5}$) baik terhadap lingkungan maupun kesehatan manusia.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim¹. 2011. PP No.41/1999 tentang pengendalian pencemaran udara . akses tanggal 27 September, 2011, dari <http://www.cetsuii.org/BML/Udara/pp4199%20Penc%20udara/bab1.html>.
- Anonim². 2010, Jenis- jenis dan sifat partikel. akses tanggal 27 September, 2011, dari <http://www.scribd.com/doc/24492218/Jenis-Dan-Sifat-Partikulat>
- Ansusanto, J.D., dan Yulianti, L.I.M., 2003. Polusi Transportasi: Dampak Serta Besarnya Kemauan Pencemar Membayar Kompensasi. Forum Teknik Jogjakarta.
- Artaxo, P., P. Oyola., R, Martinez. 1999. Aerosol composition and source apportionment in Santiago. Nuclear Instrument and Methods in Physics Research B 150, Santiago.
- 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.
- BAPEDAL. 1999. Badan Pengendalian Dampak Lingkungan. Catatan Kursus Pengelolaan Kualitas Udara. BAPEDAL Indonesia. Jakarta
- BAPSIUB. 2009. Biro Administrasi Perencanaan Dan Sistem Informasi Universitas Brawijaya. UB press. Malang.
- BAPSIUB. 2011. Biro Administrasi Perencanaan Dan Sistem Informasi Universitas Brawijaya. *Brawijaya Dalam Angka*. UB press. Malang.
- Batan. 2009. Badan Tenaga Nuklir Nasional: Sekilas Tentang Aerosol. Batan Indonesia. Jakarta.

Bein, Keith James. 2001. Perspectives on Individual to Ensembles of Ambient Fine and Ultra fine Partikels and Their Sources. California State University, Chico.

Biro Administrasi Perencanaan Dan Sistem Informasi UB. 2009. *UB Dalam Angka Tahun 2005-2009*. UB Press. Malang.

BPS. 2009. Badan Pusat Statistik: Perkembangan Kendaraan Bermotor Menurut Jenis Tahun 1987-2009. BPS Indonesia.

Buku Tahunan UB. 2007. Buku Tahunan Universitas Brawijaya. UB press. Malang.

Dispenda Jatim. 2011. Dinas Pendapatan Daerah Propinsi Jawa Timur. Jumlah pengguna Kendaraan Kota Malang. Surabaya.

Fardiaz, S. 1992. Polusi Air dan Udara. Institut Pertanian Bogor press. Bogor

Gindo, A. 2010, Pengukuran Partikel Udara Ambien (TSP, PM10, PM2,5) di Sekitar Calon Lokasi PLTN Semenanjung Lemahabang. Batan. Jakarta.

Goldsmith, J.R. dan L. Friberg T. (1977). Effects of Air Pollution on Human Health. In Air Pollution. Vol. II. 3rd Edition.

He, K., F. Yang, Y. Ma, Q. Zhang, X. Yao, C. K. Chan, S. Cadle, T. Chan dan P. Mulawa. 2005. The characteristics of PM2.5 in Beijing, China. 35: 4959–4970.

Jamriska, M dan L. Morawska. 2000, A Model For Determinatipn Of Motor Vehicle Emission Factor From On-road Maesurements With A Focus On Submicrometer Partikels. *Journal The Science Of The Total Envirovement*. Australia.

Kanomax. 2011. Piezobalance Dust Monitor Model 3522 Operation Manual. Kanomax. Japan.

Kanomax. 2011. Anemomaster model A031 operation manual.
Kanomax. Japan.

Kompas media. Pencemaran udara di Indonesia. Akses tanggal 24
September, 2011, dari <http://www.kompas.com/kompas-cetak/0406/04/muda/1060821.htm>.

Kusminingrum, Nanny. 2000, Pencemaran Udara Dan Manajemen
Lalu Lintas Di Indonesia. Puslitbang Jalan Dan Jembatan.
Bandung.

Pudjiastuti, Wiwiek. 2002.

Debu Sebagai Bahan Pencemar yang Membahayakan Kesehatan
n Kerja. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta

Putracerter. 2009. Pencemaran Udara,dampak dan solusinya.
Akses tanggal 21 november, 2011, dari
<http://putracerter.net/2009/01/07/pencemaran-udara-dampak-dan-solusinya/>.

Morawska, L dan J. Junfeng Z. 2002. Combustion Source Of
Partikels 1. Health Relevance And Source Signatures. *Journal
Chemosphere*.

Morawska, L., Z. Ristovski, R. Jayaratne, E., D. Keogh, dan X.Ling.
2008. Ambient Nano And Ultra fine Partikels From Motor
Vehicle Emmisions: Characteristics, Ambient Processing And
Implications On Human Exposure. *Atmospheric Environment*..
39: 5435-5440.

Mukono, H.J. 1997. Pengaruh udara dan pengaruhnya terhadap
gangguan saluran pernapasan. Airlangga University Press.
Surabaya.

Ristovski, Z.D., Morawska, L., Bofinger, N.D., Hitchins, J. 1998.
Emissions Of Submicrometer Partikels From Spark Ignition
Vehicles. *Journal Aerosol Science*. Australia.

Sarwono, J. 2006. Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. Graha Ilmu. Yogyakarta.

Sastrawijaya, T. 2000, Pencemaran Lingkungan. Rieneke cipta. Surabaya.

Setiawan, R. 2011. Pembangkit Listrik Tenaga Angin Sebagai Sumber Energi Alternatif Di Parangtritis. Fak. Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.

Setyawan, H. 2010, Pendahuluan teknologi aerosol. institut teknologi sepuluh nopember. Surabaya.

Sitepoe, M. 1997. Usaha Mencegah Bahaya Rokok. Gramedia. Jakarta.

Slamet, W. 2000, Pengaruh pemupukan kalsium dan nitrogen terhadap produksi dan kualitas hijauan rumputmakanan ternak pada tanah salin. Laporan Penelitian Dosen Muda Dikti, Jakarta

Snow, J. A., J. B. Dennison, D. A. Jaffe, H. U. Price, J. K. Vaughan dan B. Lamb. 2003. Aircraft and surface observations of air quality in Puget Sound and a comparison to a regional model. *Atmospheric Environment*. 37: 4019–4032.

Sogacheva, L. 2008. Aerosol Partikel Formation : Meteorological And Synoptic Processes Behind The Event. *Atmospheric Sciences And Geophysics*. Jerman.

Suhariyanto, G. dan F. Tanjung. 2004. Analisis Partikel Udara Di Sekitar Calon Tapak Penambangan Emas Sumatera Utara. Prosiding Seminar Geologi Nuklir Dan Sumberdaya Tambang BATAN. 979-8769-1.

Tarigan, A. 2009. Estimasi Emisi Kendaraan Bermotor di Beberapa Ruas Jalan Kota Medan. *Sekolah Pasca Sarjana*. Medan, Universitas Sumatra Utara

Tugaswati, A.T. 2000, Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. Akses tanggal 25 September, 20011, dari [Http://www.kbpp.org/makalah-Ind/emisi](http://www.kbpp.org/makalah-Ind/emisi).

USEPA. 2008. United State environmental Protection Agency. Standart ambient kualitas udara. Aksesn tanggal 15 Januari, 2012, dari <http://www.epa.gov/air/criteria.html>.

USEPA. 2010, United State environmental Protection Agency. Indoor Air Quality. Akses tanggal 31 Desember, 2011, dari <http://www.epa.gov/iaq/ia-intro.html>

Ye, Xueli J., Haizhen Y., Xiaohong Y., Chak K. C., Steven H.C., Tai C, Patricia A. M. 2002. Concentration and chemical composition of PM2.5 in Shanghai for a 1-year period. Tongji University. China

Yulaekah, S. 2007. Paparan Debu & Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Industri Batu Kapur. Semarang, Universitas Diponegoro.

Yuliasuti, A.2008. Estimasi Sebaran Keruangan Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Di Kota Semarang. Universitas Diponegoro. Semarang.

Wardhana, Wisnu A. 2001. Dampak pencemaran lingkungan. Penerbit Andi. Yogyakarta.

Wardoyo, Arinto Yudi Ponco. 2007. Biomass Burning: Partikels Emission, Characteristics and airborne Measurements. Queensland University of technology. Australia.

Wiedy. 2010, Partikulat. Akses tanggal 17 Oktober, 2011, dari <http://korkejdalle.wordpress.com/2010/07/05/partikulat>.

Wikipedia. 2011. Emisi Kendaraan bermotor. Akses tanggal 12 Oktober, 2011, dari <http://wikipedia.co.id/emisi.html>.

Wilson, R. (1996). *Partikels In Our Air . Concentrations And Health Effects*. Harvard University Press.

Wu, Z., M. Hua, P. Lin, S. Liu, B. Wehner dan A. Wiedenisohler. 2008. Particle number size distribution in the urban atmosphere of Beijing, China. *Atmospheric Environment*. 42: 7967–7980.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LAMPIRAN

1. Data Hasil Penelitian

1.1 Data hasil untuk hari Senin tanggal 19 September 2011

Waktu	Jumlah Kendaraan (unit)		Kec angin (m/s)	Arah Angin Terhadap Alat	suhu (°C)	Konsentrasi masa partikel mg/m ³
	Sepeda motor	Mobil				
08.10-08.12	76	15	0,35	Menjauh	24.5	0,04
08.12-08.14	82	7	0,61	Menjauh	24	0,03
08.14-08.16	55	20	0,28	Menuju	25	0,06
08.16-08.18	32	10	0,18	Menuju	25.3	0,04
08.18-08.20	47	23	0,2	Menuju	26	0,07
08.20-08.22	85	5	0,15	Menuju	25.6	0,08
08.22-08.24	70	0	0,21	Menuju	25.8	0,05
08.24-08.26	35	12	0,31	Menuju	25.3	0,03
08.26-08.28	90	17	0,24	Menuju	25.7	0,09
08.28-08.30	93	25	0,23	Menuju	26.1	0,07
08.30-08.32	95	19	0,21	Menuju	26.4	0,08
08.32-08.34	102	13	0,2	Menjauh	26.5	0,01
08.34-08.36	61	7	0,11	Menjauh	25.9	0,08
08.36-08.38	75	19	0,17	Menjauh	25.7	0,09
08.38-08.40	81	15	0,22	Menjauh	25.3	0,1
08.40-08.42	83	19	0,35	Menjauh	25.5	0,04
08.42-08.44	91	20	0,3	Menuju	25.7	0,06
08.44-08.46	79	18	0,26	Menuju	26.3	0,07
08.46-08.48	53	17	0,18	Menuju	26.5	0,04
08.48-08.50	31	11	0,28	Menuju	26.1	0,07
08.50-08.52	72	5	0,17	Menuju	26.3	0,1
08.52-08.54	94	13	0,27	Menuju	26	0,11
08.54-08.56	82	15	0,36	Menuju	25.7	0,03
08.56-08.58	61	10	0,31	Menuju	25.8	0,04
08.58-09.00	53	12	0,26	Menuju	25.9	0,06

Waktu	Jumlah Kendaraan (unit)		Kec angin (m/s)	Arah Angin Terhadap p Alat	suhu (°C)	Konsentrasi masa partikel mg/m ³
	Sepeda motor	Mobil				
12.10-12.12	73	18	0,1	Menuju	31	0,07
12.12-12.14	80	25	0,24	Menuju	31.5	0,05
12.14-12.16	60	13	0,3	Menuju	32.1	0,04
12.16-12.18	53	10	0,34	Menuju	32	0,03
12.18-12.20	83	6	0,27	Menuju	32.6	0,06
12.20-12.22	45	9	0,2	Menuju	33	0,08
12.22-12.24	65	11	0,41	Menuju	33.7	0,04
12.24-12.26	75	3	0,13	Menuju	34	0,08
12.26-12.28	23	0	0,4	Menuju	33.1	0,03
12.28-12.30	67	23	0,45	Menuju	32.9	0,05
12.30-12.32	35	17	0,31	Menuju	33.3	0,06
12.32-12.34	21	9	0,26	Menuju	33.6	0,07
12.34-12.36	57	14	0,51	Menuju	33.5	0,04
12.36-12.38	68	13	0,23	Menuju	33.7	0,05
12.38-12.40	42	5	0,21	Menuju	34.3	0,09
12.40-12.42	51	12	0,17	Menuju	34.5	0,11
12.42-12.44	34	1	0,11	Menjauh	35	0,03
12.44-12.46	54	11	0,32	Menjauh	34.6	0,05
12.46-12.48	49	20	0,3	Menjauh	34.9	0,06
12.48-12.50	38	7	0,27	Menjauh	35.2	0,04
12.50-12.52	41	3	0,21	Menjauh	35.4	0,03
12.52-12.54	76	10	0,42	Menuju	34.8	0,05
12.54-12.56	68	8	0,37	Menuju	35.5	0,13
12.56-12.58	87	16	0,15	Menuju	35.7	0,09
12.58-13.00	79	13	0,13	Menuju	36	0,06

Waktu	Jumlah Kendaraan (unit)		Kec angin (m/s)	Arah Angin Terhadap Alat	suhu (°C)	Konsentrasi masa partikel mg/m ³
	Sepeda motor	Mobil				
15.10-15.12	85	0,5	0,5	Menuju	32	0,06
15.12-15.14	35	0,23	0,23	Menuju	31,5	0,03
15.14-15.16	79	0,38	0,38	Menuju	32,5	0,06
15.16-15.18	78	0,37	0,37	Menuju	31,7	0,06
15.18-15.20	93	0,48	0,48	Menuju	30,5	0,05
15.20-15.22	27	0,21	0,21	Menuju	30,6	0,06
15.22-15.24	86	0,3	0,3	Menjauh	30,8	0,02
15.24-15.26	76	0,35	0,35	Menjauh	31,7	0,03
15.26-15.28	63	0,59	0,59	Menjauh	30,6	0,03
15.28-15.30	79	0,13	0,13	Menjauh	32,7	0,06
15.30-15.32	65	0,2	0,2	Menjauh	33	0,04
15.32-15.34	54	0,15	0,15	Menjauh	33,3	0,07
15.34-15.36	59	0,25	0,25	Menjauh	33,6	0,06
15.36-15.38	71	0,3	0,3	Menjauh	33,4	0,1
15.38-15.40	58	0,34	0,34	Menuju	33,1	0,08
15.40-15.42	62	0,24	0,24	Menuju	33	0,12
15.42-15.44	41	0,21	0,21	Menuju	32,9	0,1
15.44-15.46	31	0,17	0,17	Menuju	33,2	0,08
15.46-15.48	46	0,15	0,15	Menuju	33,6	0,05
15.48-14.50	38	0,36	0,36	Menuju	33,5	0,04
15.50-15.52	47	0,31	0,31	Menuju	33,1	0,06
15.52-15.54	70	0,11	0,11	Menuju	34	0,09
15.54-15.56	65	0,1	0,1	Menuju	34,2	0,13
15.56-15.58	56	0,14	0,14	Menuju	34	0,08
15.58-16.00	81	0,23	0,23	Menuju	33,9	0,07

1.2 Data hasil untuk hari Selasa tanggal 20 September 2011

Waktu	Jumlah Kendaraan (unit)		kec angin (m/s)	Arah Angin Terhadap Alat	suhu (°C)	Konsentrasi Massa Partikel mg/m ³
	sepeda motor	mobil				
08.10-08.12	59	19	0,32	Menuju	25	0,09
08.12-08.14	95	10	1.16	Menuju	24.6	0,06
08.14-08.16	94	14	0,74	Menuju	24.4	0,08
08.16-08.18	82	7	0,61	Menuju	26	0,09
08.18-08.20	84	0	0,42	Menuju	25.8	0,09
08.20-08.22	102	17	0,35	Menuju	25.8	0,09
08.22-08.24	11	15	0,37	Menuju	25.1	0,1
08.24-08.26	63	0	0,68	Menuju	25.7	0,06
08.26-08.28	91	13	0,51	Menuju	25.8	0,06
08.28-08.30	65	7	0,39	Menuju	25.6	0,07
08.30-08.32	25	7	0,26	Menuju	26.2	0,05
08.32-08.34	86	15	0,67	Menuju	26.1	0,05
08.34-08.36	81	10	0,21	Menuju	25.9	0,05
08.36-08.38	31	11	0,28	Menuju	26.1	0,07
08.38-08.40	53	17	0,18	Menuju	26.5	0,04
08.40-08.42	76	15	0,35	Menuju	26.5	0,04
08.42-08.44	95	19	0,21	Menuju	26.4	0,08
08.44-08.46	90	17	0,24	Menuju	25.7	0,09
08.46-08.48	83	19	0,35	Menuju	25.5	0,04
08.48-08.50	61	7	0,11	Menuju	25.9	0,08
08.50-08.52	31	11	0,28	Menuju	26.1	0,07
08.52-08.54	79	18	0,25	Menuju	26.3	0,06
08.54-08.56	53	12	0,26	Menuju	25.9	0,06
08.56-08.58	70	0	0,21	Menuju	25.8	0,05
08.58-09.00	85	5	0,15	Menuju	25.6	0,08

waktu	Jumlah Kendaraan (unit)		kec angin (m/s)	Arah Angin Terhadap Alat	suhu (°C)	Konsentrasi Massa Partikel mg/m ³
	sepeda motor	mobil				
12.10-12.12	81	20	0,23	Menuju	34.5	0,05
12.12-12.14	83	6	0,27	Menuju	33	0,06
12.14-12.16	73	18	1,3	Menuju	32.1	0,07
12.16-12.18	83	22	0,3	Menuju	34	0,07
12.18-12.20	58	23	0,67	Menuju	34.8	0,04
12.20-12.22	63	23	0,97	Menuju	34.9	0,04
12.22-12.24	64	14	0,7	Menuju	33.6	0,04
12.24-12.26	53	17	0,42	Menuju	35	0,04
12.26-12.28	19	12	0,57	Menuju	35.7	0,04
12.28-12.30	52	16	0,48	Menuju	36.3	0,04
12.30-12.32	28	12	0,4	Menuju	34.9	0,03
12.32-12.34	69	10	0,4	Menuju	34	0,05
12.34-12.36	66	20	1,39	Menuju	35.7	0,04
12.36-12.38	32	18	0,43	Menuju	35.8	0,03
12.38-12.40	69	15	1,46	Menuju	36	0,04
12.40-12.42	63	16	0,58	Menuju	36.7	0,05
12.42-12.44	40	10	0,7	Menuju	35	0,04
12.44-12.46	73	19	0,44	Menuju	36	0,05
12.46-12.48	65	11	0,41	Menuju	35.7	0,04
12.48-12.50	23	0	0,47	Menuju	35.4	0,03
12.50-12.52	21	9	0,26	Menuju	35	0,07
12.52-12.54	68	8	0,37	Menuju	35.5	0,13
12.54-12.56	79	13	0,13	Menuju	36	0,06
12.56-12.58	68	9	0,11	Menuju	35.8	0,07
12.58-13.00	51	12	0,1	Menuju	35.6	0,09

waktu	Jumlah Kendaraan (unit)		kec angin (m/s)	Arah Angin Terhadap Alat	suhu (°C)	Konsentrasi Massa Partikel mg/m ³
	sepeda motor	mobil				
15.10-15.12	86	19	1	Menjauh	30,8	0,02
15.12-15.14	93	17	0,48	Menjauh	30,5	0,05
15.14-15.16	27	4	0,2	Menuju	33,2	0,05
15.16-15.18	79	18	0,38	Menuju	32,5	0,06
15.18-15.20	77	15	0,42	Menuju	32,7	0,05
15.20-15.22	37	3	0,4	Menuju	33	0,05
15.22-15.24	83	20	0,82	Menuju	32,6	0,05
15.24-15.26	85	20	0,5	Menuju	32	0,06
15.26-15.28	27	1	0,63	Menuju	30,6	0,06
15.28-15.30	90	20	0,28	Menuju	30,8	0,06
15.30-15.32	78	12	0,37	Menuju	31,7	0,06
15.32-15.34	37	9	0,4	Menuju	31,8	0,04
15.34-15.36	72	16	0,32	Menuju	32,5	0,03
15.36-15.38	10	10	0,29	Menuju	31,7	0,04
15.38-15.40	63	7	0,59	Menuju	30,6	0,03
15.40-15.42	79	12	0,55	Menuju	31,7	0,05
15.42-15.44	72	20	0,51	Menuju	31,4	0,05
15.44-15.46	35	0	0,5	Menuju	31,5	0,03
15.46-15.48	103	13	0,49	Menjauh	32,3	0,04
15.48-14.50	76	13	0,66	Menjauh	31,7	0,03
15.50-15.52	79	18	0,38	Menjauh	32,5	0,06
15.52-15.54	76	13	0,35	Menjauh	31,7	0,03
15.54-15.56	81	4	0,23	Menjauh	33,9	0,07
15.56-15.58	56	7	0,14	Menjauh	34	0,08
15.58-16.00	48	9	0,24	Menjauh	33,5	0,06

1.3 Data hasil untuk hari Rabu tanggal 21 September 2011

Waktu	Jumlah Kendaraan (unit)		Kec. Angin (m/s)	Arah Angin Terhadap Alat	Suhu (°C)	Konsentrasi Massa Partikel mg/m ³
	Sepeda Motor	Mobil				
08.10-08.12	59	8	0,06	Menuju	23.6	0,14
08.12-08.14	48	12	0,71	Menuju	23.9	0,04
08.14-08.16	43	12	0,57	Menuju	24	0,07
08.16-08.18	77	8	0,28	Menuju	23.1	0,08
08.18-08.20	46	6	0,34	Menuju	23.7	0,09
08.20-08.22	36	8	0,28	Menuju	24	0,08
08.22-08.24	23	2	0,97	Menjauh	24.3	0
08.24-08.26	57	2	0,85	Menjauh	24	0,02
08.26-08.28	63	8	1,01	Menjauh	24.6	0,02
08.28-08.30	43	14	0,69	Menjauh	24.3	0,02
08.30-08.32	50	3	0,43	Menjauh	24.3	0,02
08.32-08.34	51	8	0,34	Menjauh	24.8	0,05
08.34-08.36	37	1	0,48	Menjauh	25.1	0
08.36-08.38	60	11	0,43	Menjauh	24.3	0,06
08.38-08.40	27	1	0,43	Menjauh	24.1	0
08.40-08.42	37	3	0,4	Menjauh	24.5	0,01
08.42-08.44	8	3	0,24	Menjauh	24.8	0
08.44-08.46	10	10	0,4	Menjauh	25.4	0,02
08.46-08.48	63	7	0,54	Menjauh	25.1	0,03
08.48-08.50	24	2	0,43	Menjauh	24.8	0,02
08.50-08.52	19	0	0,51	Menjauh	24.6	0
08.52-08.54	76	13	0,64	Menjauh	24.5	0,04
08.54-08.56	28	7	0,31	Menjauh	25.4	0,03
08.56-08.58	27	4	0,32	Menjauh	25.2	0,01

Waktu	Jumlah Kendaraan (unit)		Kec. Angin (m/s)	Arah Angin Terhadap Alat	Suhu (°C)	Konsentrasi Massa Partikel mg/m ³
	Sepeda Motor	Mobil				
12.10-12.12	73	18	0,34	Menjauh	32.5	0,04
12.12-12.14	58	23	0,45	Menjauh	33.3	0,04
12.14-12.16	27	1	0,25	Menjauh	33.5	0
12.16-12.18	81	20	0,33	Menjauh	33.1	0,08
12.18-12.20	24	2	0,71	Menjauh	33	0
12.20-12.22	37	3	0,24	Menjauh	33.7	0
12.22-12.24	31	9	0,36	Menjauh	33.5	0
12.24-12.26	35	9	0,35	Menjauh	32.7	0,01
12.26-12.28	49	11	0,4	Menjauh	32.4	0,03
12.28-12.30	15	6	0,33	Menjauh	33	0
12.30-12.32	54	18	0,42	Menjauh	32.9	0,03
12.32-12.34	19	0	0,43	Menjauh	32.9	0
12.34-12.36	72	16	0,34	Menjauh	33.2	0,03
12.36-12.38	15	14	0,45	Menjauh	33.7	0,02
12.38-12.40	31	11	0,59	Menjauh	33	0,03
12.40-12.42	82	7	0,65	Menjauh	33	0,04
12.42-12.44	63	23	0,77	Menjauh	32.8	0,06
12.44-12.46	66	17	0,44	Menjauh	33	0,04
12.46-12.48	69	19	0,39	Menjauh	33	0,04
12.48-12.50	40	0	0,34	Menjauh	33.4	0
12.50-12.52	69	4	0,44	Menjauh	33.3	0,03
12.52-12.54	72	16	0,24	Menjauh	34	0,04
12.54-12.56	8	3	0,45	Menjauh	33.6	0
12.56-12.58	34	4	0,51	Menjauh	33.3	0,02
12.58-13.00	15	6	0,61	Menjauh	33.3	0,01

Waktu (WIB)	Jumlah Kendaraan (unit)		Kec. Angin (m/s)	Arah Angin Terhadap Alat	Suhu (°C)	Konsentrasi Massa Partikel mg/m ³
	Sepeda Motor	Mobil				
15.10-15.12	28	13	0,35	Menuju	30,3	0,07
15.12-15.14	56	21	0,29	Menuju	30,3	0,07
15.14-15.16	19	17	0,39	Menuju	30,4	0,06
15.16-15.18	31	18	0,27	Menuju	30,4	0,08
15.18-15.20	30	21	0,45	Menuju	30,5	0,07
15.20-15.22	35	11	0,57	Menuju	29,3	0,05
15.22-15.24	31	12	0,63	Menuju	29,3	0,05
15.24-15.26	26	10	0,23	Menuju	30,3	0,07
15.26-15.28	22	9	0,33	Menuju	31,1	0,04
15.28-15.30	27	12	0,55	Menjauh	30,3	0,03
15.30-15.32	26	12	0,49	Menjauh	30,1	0,04
15.32-15.34	37	5	0,44	Menjauh	29,5	0,03
15.34-15.36	14	6	1,05	Menjauh	28,9	0
15.36-15.38	6	11	0,88	Menjauh	29	0,02
15.38-15.40	14	9	0,97	Menjauh	28,9	0
15.40-15.42	28	4	0,67	Menjauh	29,2	0,02
15.42-15.44	17	5	0,85	Menjauh	29	0
15.44-15.46	24	9	0,56	Menjauh	29,1	0,04
15.46-15.48	30	6	0,32	Menjauh	29,4	0,07
15.48-14.50	26	15	0,47	Menjauh	29,8	0,05
15.50-15.52	18	9	0,66	Menjauh	29,1	0,03
15.52-15.54	23	19	0,87	Menjauh	28,3	0,03
15.54-15.56	31	7	0,99	Menjauh	28	0,03
15.56-15.58	12	5	0,34	Menjauh	29,3	0,01
15.58-16.00	41	9	0,36	Menjauh	29,8	0,08

1.4 Data hasil untuk hari Kamis tanggal 22 September 2011

Waktu	Jumlah Kendaraan (unit)		Kec. Angin (m/s)	Arah Angin Terhadap Alat	Suhu (°C)	Konsentrasi Massa Partikel mg/m ³
	Sepeda Motor	Mobil				
08.10-08.12	47	7	0,66	Menuju	24.3	0,07
08.12-08.14	37	10	0,85	Menuju	24.4	0,08
08.14-08.16	31	7	0,82	Menuju	24.7	0,08
08.16-08.18	43	14	0,45	Menuju	24.9	0,08
08.18-08.20	37	10	0,31	Menuju	25.2	0,09
08.20-08.22	35	9	0,58	Menuju	26.2	0,1
08.22-08.24	37	11	0,29	Menuju	26.6	0,12
08.24-08.26	34	9	0,36	Menuju	26.4	0,09
08.26-08.28	32	2	0,93	Menuju	25.8	0,06
08.28-08.30	28	10	1.81	Menuju	25.6	0,08
08.30-08.32	37	4	0,88	Menuju	25.6	0,09
08.32-08.34	36	5	0,98	Menuju	25.2	0,08
08.34-08.36	40	7	0,82	Menuju	25.7	0,08
08.36-08.38	25	9	0,56	Menuju	25.2	0,08
08.38-08.40	22	8	0,66	Menuju	25.4	0,07
08.40-08.42	47	8	1.1	Menuju	25.9	0,08
08.42-08.44	42	4	0,28	Menuju	27.1	0,1
08.44-08.46	46	5	0,14	Menuju	26.6	0,08
08.46-08.48	38	11	0,33	Menuju	26.6	0,07
08.48-08.50	46	8	0,31	Menuju	26.1	0,03
08.50-08.52	31	9	0,73	Menuju	25.3	0,09
08.52-08.54	53	10	0,23	Menuju	25.2	0,03
08.54-08.56	36	7	0,17	Menuju	24.9	0,07
08.56-08.58	38	7	0,55	Menuju	24.8	0,05
08.58-09.00	45	14	0,32	Menuju	24.6	0,08

Waktu	Jumlah Kendaraan (unit)		Kec. Angin (m/s)	Arah Angin Terhadap Alat	Suhu (°C)	Konsentrasi Massa Partikel mg/m ³
	Sepeda Motor	Mobil				
12.10-12.12	60	13	0,3	Menuju	32.1	0,04
12.12-12.14	80	25	0,24	Menuju	31.5	0,05
12.14-12.16	73	18	0,1	Menuju	31	0,07
12.16-12.18	67	23	0,45	Menuju	32.9	0,05
12.18-12.20	68	13	0,23	Menuju	33.7	0,05
12.20-12.22	45	9	0,2	Menuju	33	0,08
12.22-12.24	21	9	0,26	Menuju	33.6	0,07
12.24-12.26	75	3	0,13	Menuju	34	0,08
12.26-12.28	64	11	0,21	Menuju	33.5	0,06
12.28-12.30	42	5	0,21	Menuju	34.3	0,09
12.30-12.32	34	1	0,11	Menuju	35	0,03
12.32-12.34	49	20	0,3	Menuju	34.9	0,06
12.34-12.36	41	3	0,21	Menuju	35.4	0,03
12.36-12.38	87	16	0,15	Menuju	35.7	0,09
12.38-12.40	79	13	0,13	Menuju	36	0,06
12.40-12.42	87	16	0,15	Menuju	35.7	0,09
12.42-12.44	41	3	0,21	Menuju	35.4	0,03
12.44-12.46	54	11	0,32	Menuju	34.6	0,05
12.46-12.48	45	7	0,23	Menuju	35	0,08
12.48-12.50	52	15	0,2	Menuju	35.3	0,06
12.50-12.52	49	10	0,16	Menuju	35.7	0,05
12.52-12.54	56	14	0,13	Menuju	36	0,07
12.54-12.56	42	12	0,25	Menuju	35.9	0,08
12.56-12.58	37	19	0,34	Menuju	34	0,04
12.58-13.00	58	16	0,21	Menuju	34.5	0,03

Waktu	Jumlah Kendaraan (unit)		Kec. Angin (m/s)	Arah Angin Terhadap Alat	Suhu (°C)	Konsentrasi Massa Partikel mg/m ³
	Sepeda Motor	Mobil				
15.10-15.12	79	18	0,38	Menuju	32.5	0,06
15.12-15.14	79	18	0,13	Menuju	32.7	0,06
15.14-15.16	85	20	0,5	Menuju	32	0,06
15.16-15.18	78	12	0,37	Menuju	31.7	0,06
15.18-15.20	86	19	0,3	Menjauh	30,8	0,02
15.20-15.22	63	7	0,59	Menuju	30,6	0,03
15.22-15.24	54	17	0,15	Menuju	33.3	0,07
15.24-15.26	62	19	0,24	Menuju	33	0,12
15.26-15.28	31	5	0,17	Menuju	33.2	0,08
15.28-15.30	38	17	0,36	Menuju	33.5	0,04
15.30-15.32	70	27	0,11	Menuju	34	0,09
15.32-15.34	47	10	0,31	Menuju	33.1	0,06
15.34-15.36	65	11	0,1	Menuju	34.2	0,13
15.36-15.38	81	4	0,23	Menuju	33.9	0,07
15.38-15.40	38	17	0,36	Menuju	33.5	0,04
15.40-15.42	65	11	0,14	Menuju	34	0,09
15.42-15.44	40	6	0,15	Menuju	33.7	0,08
15.44-15.46	57	20	0,11	Menuju	33.3	0,1
15.46-15.48	71	26	0,3	Menuju	33.4	0,1
15.48-14.50	31	14	0,35	Menuju	33.2	0,08
15.50-15.52	75	15	0,37	Menuju	33	0,1
15.52-15.54	54	13	0,45	Menuju	32.7	0,08
15.54-15.56	61	23	0,21	Menuju	32.4	0,13
15.56-15.58	81	20	0,25	Menuju	32	0,16
15.58-16.00	74	12	0,19	Menuju	33.1	0,12

1.5 Data hasil untuk hari Jum'at tanggal 23 September 2011

Waktu	Jumlah Kendaraan (unit)		kec angin (m/s)	Arah Angin Terhadap Alat	suhu (°C)	Konsentrasi Massa Partikel mg/m ³
	Sepeda Motor	mobi l				
08.10-08.12	63	7	0,38	Menjauh	21.8	0,04
08.12-08.14	54	10	0,95	Menjauh	21.9	0,06
08.14-08.16	39	14	0,78	Menjauh	21.9	0,04
08.16-08.18	55	13	0,46	Menjauh	21.7	0,06
08.18-08.20	34	17	0,37	Menjauh	21.8	0,03
08.20-08.22	35	7	0,32	Menjauh	22.1	0,02
08.22-08.24	20	23	0,65	Menjauh	22	0,02
08.24-08.26	15	20	0,78	Menjauh	22	0,05
08.26-08.28	30	24	0,42	Menjauh	22.1	0,03
08.28-08.30	29	15	1,01	Menjauh	22.3	0,02
08.30-08.32	23	15	1,69	Menjauh	22.4	0,03
08.32-08.34	40	8	1,94	Menjauh	22.4	0,03
08.34-08.36	27	20	1,14	Menjauh	22.2	0,03
08.36-08.38	55	13	1,58	Menjauh	22.8	0,06
08.38-08.40	35	11	0,77	Menjauh	2.31	0,03
08.40-08.42	29	16	0,92	Menjauh	22.2	0,04
08.42-08.44	44	17	1,07	Menjauh	22.5	0,04
08.44-08.46	30	9	1,13	Menjauh	22.4	0,02
08.46-08.48	38	16	1,23	Menjauh	22.6	0,02
08.48-08.50	34	13	1,55	Menjauh	22.6	0,01
08.50-08.52	43	15	0,98	Menjauh	23.1	0,02
08.52-08.54	40	16	0,66	Menjauh	23.3	0,01
08.54-08.56	26	11	1,64	Menjauh	23.1	0,01
08.56-08.58	32	13	1,15	Menjauh	22.7	0,01
08.58-09.00	21	14	1,17	Menjauh	22.9	0,01

Waktu	Jumlah Kendaraan(unit)		kec angin (m/s)	Arah Angin Terhadap Alat	Suhu (°C)	Konsentrasi Massa Partikel mg/m ³
	Sepeda Motor	mobil				
12.10-12.12	32	9	1.09	Menjauh	30,9	0
12.12-12.14	44	13	1.33	Menjauh	31.3	0,02
12.14-12.16	27	15	0,95	Menjauh	29.7	0
12.16-12.18	48	11	0,86	Menjauh	29.3	0,02
12.18-12.20	21	14	0,7	Menjauh	29.9	0,01
12.20-12.22	45	13	1.44	Menjauh	29.4	0,01
12.22-12.24	23	15	0,71	Menjauh	29.1	0,01
12.24-12.26	33	14	0,52	Menjauh	30	0,01
12.26-12.28	25	12	0,63	Menjauh	29.6	0,01
12.28-12.30	43	15	0,98	Menjauh	30,2	0,02
12.30-12.32	40	16	0,66	Menjauh	31.3	0,01
12.32-12.34	33	16	1.01	Menjauh	30,7	0,02
12.34-12.36	21	15	1.37	Menjauh	30,8	0
12.36-12.38	43	14	1.86	Menjauh	29.2	0,02
12.38-12.40	23	20	1.76	Menjauh	30,3	0,01
12.40-12.42	29	19	0,8	Menjauh	31	0,02
12.42-12.44	20	15	1.12	Menjauh	30,6	0,01
12.44-12.46	20	19	1.93	Menjauh	31.7	0
12.46-12.48	16	11	1.13	Menjauh	30,1	0
12.48-12.50	26	11	1.64	Menjauh	30,1	0,01
12.50-12.52	32	13	1.15	Menjauh	30,7	0,01
12.52-12.54	48	12	1.77	Menjauh	30,2	0,02
12.54-12.56	36	23	1.4	Menjauh	31.5	0,01
12.56-12.58	37	12	1.27	Menjauh	32.3	0,01
12.58-13.00	33	14	1.05	Menjauh	32.1	0,01

Waktu	Jumlah Kendaraan(unit)		kec angin (m/s)	Arah Angin Terhadap Alat	suhu(° C)	Konsentrasi Massa Partikel mg/m ³
	Sepeda Motor	mobil				
15.10-15.12	29	19	0,8	Menjauh	31	0,02
15.12-15.14	20	15	1.12	Menjauh	30,6	0,01
15.14-15.16	26	11	1.64	Menjauh	30,1	0,01
15.16-15.18	58	14	0,34	Menjauh	30,5	0,08
15.18-15.20	62	19	0,24	Menjauh	31	0,12
15.20-15.22	41	9	0,21	Menjauh	31	0,1
15.22-15.24	31	5	0,17	Menjauh	30,7	0,08
15.24-15.26	46	12	0,15	Menjauh	30,7	0,05
15.26-15.28	38	17	0,36	Menjauh	31	0,04
15.28-15.30	47	10	0,31	Menjauh	31	0,06
15.30-15.32	70	27	0,11	Menjauh	30,9	0,09
15.32-15.34	65	11	0,1	Menjauh	30,3	0,13
15.34-15.36	56	7	0,14	Menjauh	30	0,08
15.36-15.38	32	13	1,15	Menjauh	30	0,01
15.38-15.40	48	12	1,77	Menjauh	31,3	0,02
15.40-15.42	44	13	1,33	Menjauh	31,3	0,02
15.42-15.44	27	15	0,95	Menjauh	32	0
15.44-15.46	48	11	0,86	Menjauh	31,5	0,02
15.46-15.48	85	20	0,5	Menjauh	31,5	0,06
15.48-14.50	35	0	0,23	Menjauh	31,5	0,03
15.50-15.52	79	18	0,38	Menjauh	31	0,06
15.52-15.54	27	1	0,21	Menjauh	30,6	0,06
15.54-15.56	86	19	0,3	Menjauh	30,8	0,02
15.56-15.58	76	13	0,35	Menjauh	31,7	0,03

1.6 Data hasil untuk hari Sabtu tanggal 24 September 2011

Waktu	Jumlah Kendaraan (unit)		kec angin (m/s)	Arah Angin Terhadap Alat	suhu (°C)	Konsentrasi Massa Partikel mg/m ³
	sepeda motor	mobil				
08.10-08.12	29	7	0,37	Menuju	22.9	0,02
08.12-08.14	27	4	0,48	Menuju	22.8	0,11
08.14-08.16	26	7	0,83	Menuju	23	0,1
08.16-08.18	41	12	0,52	Menuju	22.8	0,1
08.18-08.20	39	9	1.11	Menuju	23.9	0,1
08.20-08.22	18	6	1.23	Menuju	24	0,1
08.22-08.24	21	7	1.39	Menuju	23.6	0,1
08.24-08.26	21	8	0,81	Menuju	23.5	0,1
08.26-08.28	31	9	0,39	Menuju	23.8	0,08
08.28-08.30	3	16	0,45	Menuju	23.9	0,1
08.30-08.32	23	9	0,29	Menuju	23.2	0,11
08.32-08.34	27	1	1,3	Menuju	23.5	0,12
08.34-08.36	25	10	0,32	Menuju	23.2	0,11
08.36-08.38	30	4	0,48	Menuju	23.1	0,07
08.38-08.40	20	5	0,57	Menuju	23.3	0,09
08.40-08.42	26	5	0,26	Menuju	23.4	0,09
08.42-08.44	27	3	0,35	Menuju	23.4	0,07
08.44-08.46	27	8	0,55	Menuju	23.6	0,08
08.46-08.48	29	8	0,45	Menuju	23.9	0,08
08.48-08.50	24	4	0,49	Menuju	24	0,07
08.50-08.52	28	4	0,39	Menuju	24.1	0,08
08.52-08.54	24	2	0,48	Menuju	24.2	0,07
08.54-08.56	15	6	0,23	Menuju	24	0,1
08.56-08.58	29	12	0,58	Menuju	24	0,08
08.58-09.00	23	12	0,21	Menuju	24	0,07

Waktu	Jumlah Kendaraan (unit)		kec angin (m/s)	Arah Angin Terhadap Alat	suhu (°C)	Konsentrasi Massa Partikel mg/m ³
	sepeda motor	mobil				
12.10-12.12	26	12	0,62	Menuju	30,4	0,07
12.12-12.14	24	19	0,7	Menuju	31,8	0,05
12.14-12.16	20	12	0,27	Menuju	31,4	0,07
12.16-12.18	23	14	0,54	Menuju	30,7	0,06
12.18-12.20	23	18	0,33	Menuju	30,9	0,06
12.20-12.22	24	17	0,78	Menuju	30,8	0,07
12.22-12.24	23	7	0,24	Menuju	31,1	0,06
12.24-12.26	27	6	1,09	Menuju	29,9	0,03
12.26-12.28	28	9	0,11	Menuju	30	0,05
12.28-12.30	29	15	0,28	Menuju	30,4	0,04
12.30-12.32	29	5	0,6	Menuju	31,4	0,05
12.32-12.34	15	6	0,29	Menuju	30,9	0,06
12.34-12.36	23	7	0,64	Menuju	31	0,05
12.36-12.38	14	5	0,13	Menuju	30,8	0,06
12.38-12.40	23	7	0,32	Menuju	31,1	0,06
12.40-12.42	31	4	0,62	Menuju	30,4	0,06
12.42-12.44	12	7	0,23	Menuju	30	0,03
12.44-12.46	21	19	0,56	Menuju	29,8	0,06
12.46-12.48	19	9	0,22	Menuju	28,7	0,07
12.48-12.50	16	11	0,25	Menuju	28,6	0,07
12.50-12.52	27	0	0,31	Menuju	28,8	0,05
12.52-12.54	13	9	0,3	Menuju	28,9	0,05
12.54-12.56	29	13	1,37	Menuju	28,8	0,06
12.56-12.58	23	11	0,72	Menuju	28,9	0,06
12.58-13.00	21	4	0,94	Menuju	27,8	0,03

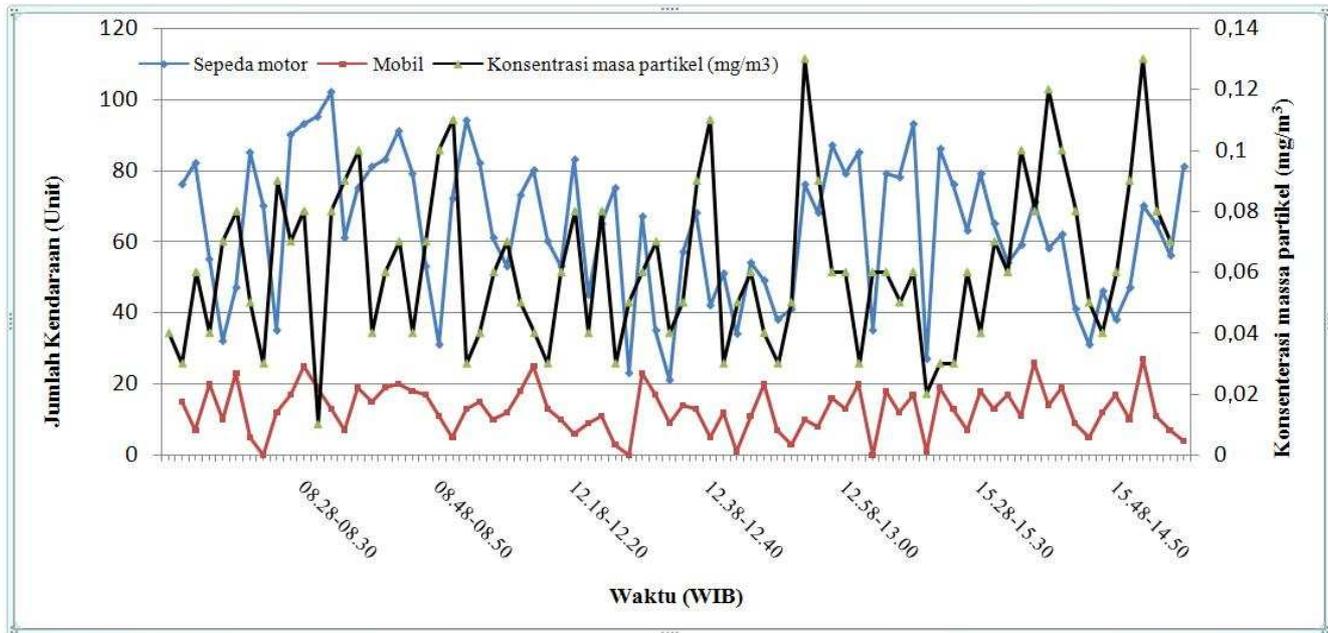
Waktu	Jumlah Kendaraan (unit)		kec. Angin (m/s)	Arah Angin Terhadap Alat	suhu (°C)	Konsentrasi Massa Partikel mg/m ³
	sepeda motor	mobil				
15.10-15.12	29	8	0,45	Menuju	31.4	0,04
15.12-15.14	28	12	0,34	Menuju	31.3	0,04
15.14-15.16	23	12	0,27	Menuju	31.4	0,07
15.16-15.18	27	8	0,17	Menuju	31.2	0,08
15.18-15.20	26	6	0,23	Menuju	31.5	0,09
15.20-15.22	26	8	0,19	Menuju	31.2	0,08
15.22-15.24	23	2	0,45	Menuju	31.5	0
15.24-15.26	27	2	0,33	Menuju	31.2	0,02
15.26-15.28	23	8	0,39	Menuju	31.1	0,02
15.28-15.30	23	14	0,56	Menuju	30,3	0,02
15.30-15.32	30	3	0,74	Menuju	29.8	0,02
15.32-15.34	21	8	0,44	Menuju	29.9	0,05
15.34-15.36	27	1	0,83	Menuju	31.1	0
15.36-15.38	30	11	0,25	Menuju	30,3	0,06
15.38-15.40	17	1	0,39	Menuju	30	0
15.40-15.42	17	3	0,45	Menuju	29.2	0,01
15.42-15.44	8	3	0,24	Menuju	29.1	0
15.44-15.46	10	10	0,34	Menuju	28.7	0,02
15.46-15.48	23	7	0,23	Menuju	29	0,03
15.48-14.50	24	2	0,41	Menuju	28.6	0,02
15.50-15.52	19	0	0,55	Menuju	28.9	0
15.52-15.54	26	13	0,34	Menuju	29	0,04
15.54-15.56	28	7	0,62	Menuju	29.2	0,03
15.56-15.58	27	4	0,77	Menuju	28.6	0,01
15.58-16.00	25	8	0,32	Menuju	29	0,05

1.7 Data hasil untuk hari Minggu tanggal 25 September 2011

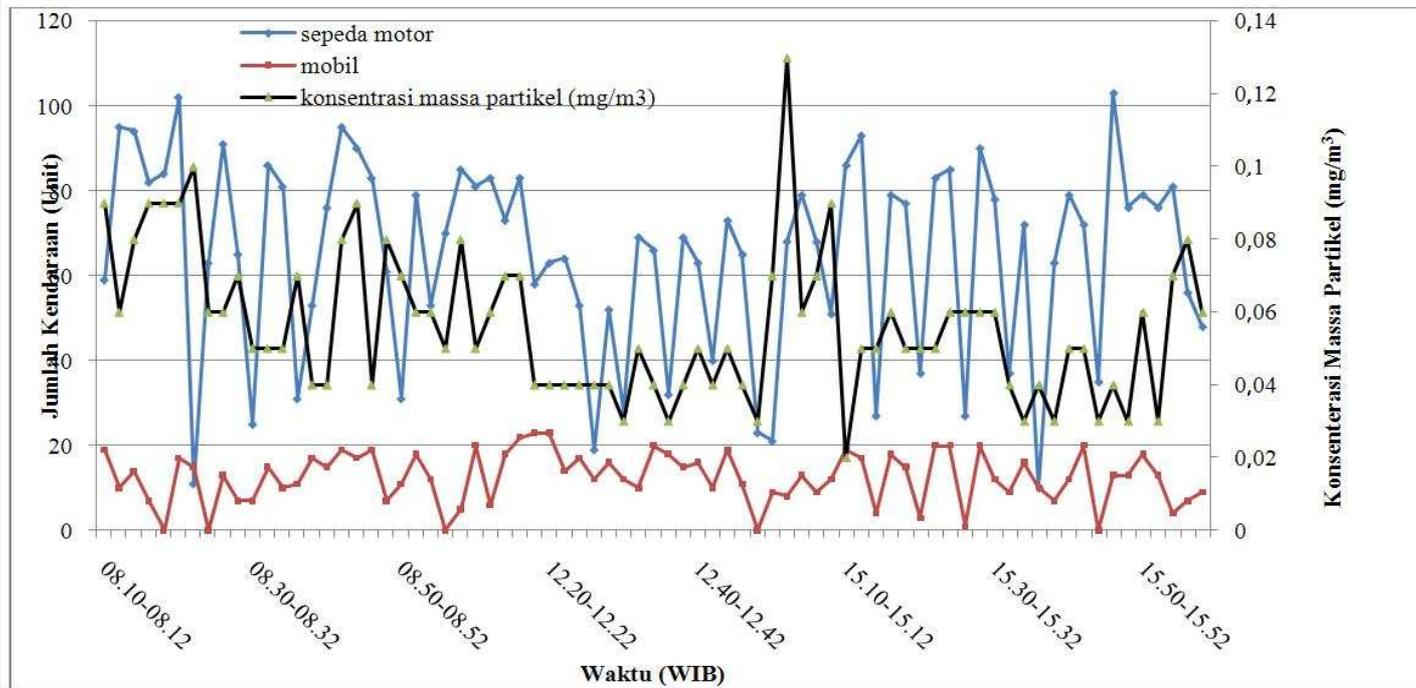
Waktu	Jumlah Kendaraan (unit)		Kec angin (m/s)	Arah Angin Terhadap Alat	suhu (°C)	Konsentrasi masa partikel mg/m ³
	Sepeda motor	Mobil				
08.10-08.12	13	5	0,34	Menjauh	24,3	0,02
08.12-08.14	16	3	0,45	Menjauh	24	0,03
08.14-08.16	5	0	0,88	Menjauh	24	0
08.16-08.18	6	4	0,33	Menjauh	24,5	0,01
08.18-08.20	19	5	0,17	Menuju	25	0,04
08.20-08.22	21	8	0,35	Menuju	24,6	0,04
08.22-08.24	16	8	0,24	Menjauh	24,3	0,03
08.24-08.26	4	7	0,17	Menjauh	25	0,01
08.26-08.28	9	5	0,27	Menjauh	25,1	0,01
08.28-08.30	23	1	0,34	Menjauh	25,4	0,02
08.30-08.32	13	11	0,65	Menuju	25,1	0,01
08.32-08.34	0	1	0,44	Menuju	25,3	0
08.34-08.36	6	3	0,32	Menuju	24,9	0,01
08.36-08.38	9	4	0,29	Menuju	25,4	0,01
08.38-08.40	11	3	0,45	Menuju	25,3	0,01
08.40-08.42	23	7	0,34	Menuju	25,7	0,02
08.42-08.44	12	9	0,65	Menuju	25,3	0,02
08.44-08.46	21	13	0,44	Menuju	25,9	0,03
08.46-08.48	28	12	0,59	Menuju	25,4	0,04
08.48-08.50	14	5	0,24	Menuju	26	0,01
08.50-08.52	19	6	0,43	Menuju	25,7	0,01
08.52-08.54	29	12	0,73	Menuju	25,4	0,05
08.54-08.56	16	13	0,46	Menuju	26	0,02
08.56-08.58	21	11	0,39	Menuju	26,1	0,05
08.58-09.00	18	4	0,78	Menuju	25,9	0,02

Waktu	Jumlah Kendaraan (unit)		Kec angin (m/s)	Arah Angin Terhadap Alat	suhu (°C)	Konsentrasi masa partikel mg/m ³
	Sepeda motor	Mobil				
12.10-12.12	15	6	0,36	Menuju	35.6	0,02
12.12-12.14	8	3	0,2	Menuju	36.3	0,02
12.14-12.16	9	0	0,71	Menuju	33.3	0
12.16-12.18	13	1	0,38	Menuju	33.9	0,02
12.18-12.20	26	7	0,46	Menuju	36	0,02
12.20-12.22	18	6	0,36	Menuju	35.8	0,02
12.22-12.24	29	12	0,74	Menuju	36.3	0,02
12.24-12.26	25	11	0,36	Menuju	36.4	0,03
12.26-12.28	27	5	0,85	Menuju	35	0,02
12.28-12.30	10	8	0,34	Menuju	34.6	0,01
12.30-12.32	13	10	1.05	Menuju	36.2	0
12.32-12.34	28	8	0,27	Menuju	36.1	0,04
12.34-12.36	30	10	0,3	Menuju	36.2	0,04
12.36-12.38	28	15	0,8	Menuju	36.5	0,05
12.38-12.40	19	4	0,6	Menuju	34.8	0,02
12.40-12.42	29	5	0,37	Menuju	34.9	0,02
12.42-12.44	21	5	0,66	Menuju	34.7	0,03
12.44-12.46	31	8	0,22	Menuju	34.1	0,02
12.46-12.48	25	2	0,26	Menuju	35	0,01
12.48-12.50	21	7	0,89	Menuju	34.6	0,01
12.50-12.52	22	7	0,11	Menuju	34.7	0,02
12.52-12.54	24	3	0,31	Menuju	35.2	0,01
12.54-12.56	26	5	0,42	Menuju	36	0,02
12.56-12.58	20	5	0,51	Menuju	37.6	0,02
12.58-13.00	16	3	0,73	Menuju	36.1	0,01

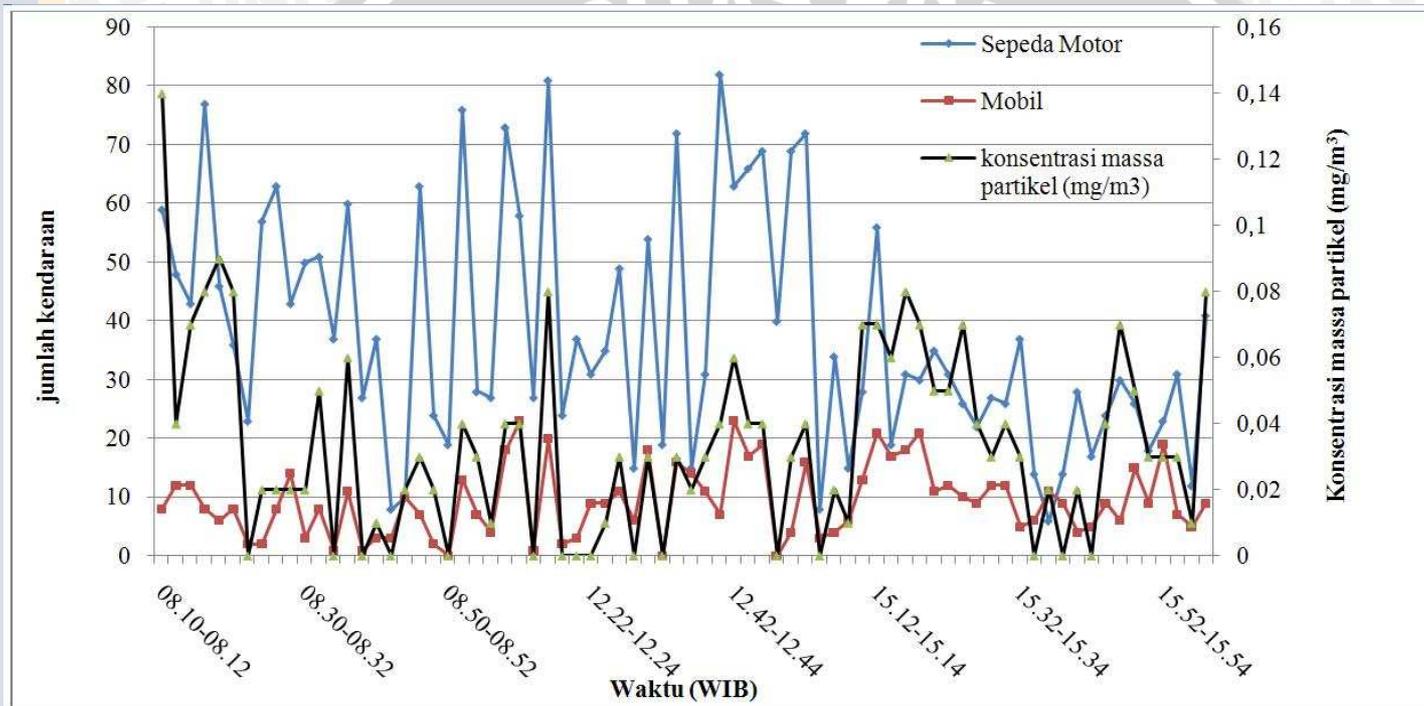
Waktu	Jumlah Kendaraan (unit)		Kec angin (m/s)	Arah Angin Terhadap Alat	suhu (°C)	Konsentrasi masa partikel mg/m ³
	Sepeda motor	Mobil				
15.10-15.12	15	2	0,44	Menuju	31.2	0,02
15.12-15.14	11	1	0,25	Menuju	31,5	0,01
15.14-15.16	13	0	0,35	Menuju	31,8	0
15.16-15.18	17	2	0,98	Menuju	30,3	0
15.18-15.20	18	3	0,77	Menuju	30,2	0,02
15.20-15.22	11	0	0,52	Menuju	30	0
15.22-15.24	17	1	0,45	Menuju	30	0,01
15.24-15.26	13	5	0,37	Menuju	29,9	0,03
15.26-15.28	11	3	0,44	Menuju	29,9	0,01
15.28-15.30	19	3	0,74	Menuju	29,7	0,01
15.30-15.32	18	1	0,62	Menuju	29,8	0
15.32-15.34	20	1	0,88	Menuju	29,6	0,01
15.34-15.36	13	3	0,23	Menuju	29,7	0,02
15.36-15.38	15	2	0,52	Menuju	29,5	0,02
15.38-15.40	15	3	0,44	Menuju	29,3	0,02
15.40-15.42	16	1	0,19	Menuju	29,4	0,01
15.42-15.44	18	2	0,34	Menuju	29,3	0,01
15.44-15.46	19	1	0,41	Menuju	29,2	0,01
15.46-15.48	17	3	0,24	Menuju	29,4	0,02
15.48-14.50	12	3	0,31	Menuju	29,5	0,01
15.50-15.52	13	3	0,47	Menuju	29,3	0,01
15.52-15.54	16	2	0,53	Menuju	29,1	0,01
15.54-15.56	10	3	0,39	Menuju	29,2	0,01
15.56-15.58	18	4	0,64	Menuju	29	0,02
15.58-16.00	18	0	0,43	Menuju	29,1	0,01



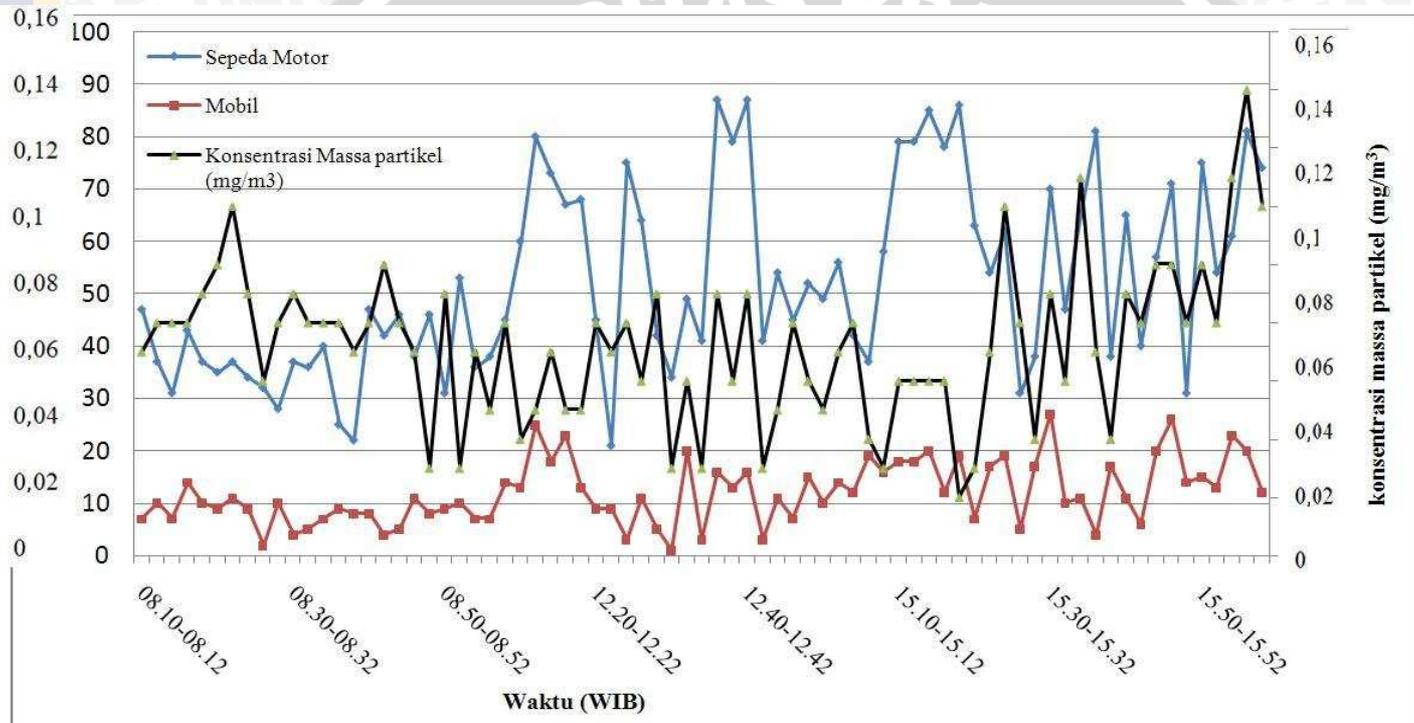
Gambar 4.1 Grafik hubungan jumlah kendaraan yang melintas terhadap konsentrasi massa fine partikel (PM_{2.5}) hari Senin tanggal 19 September 2011



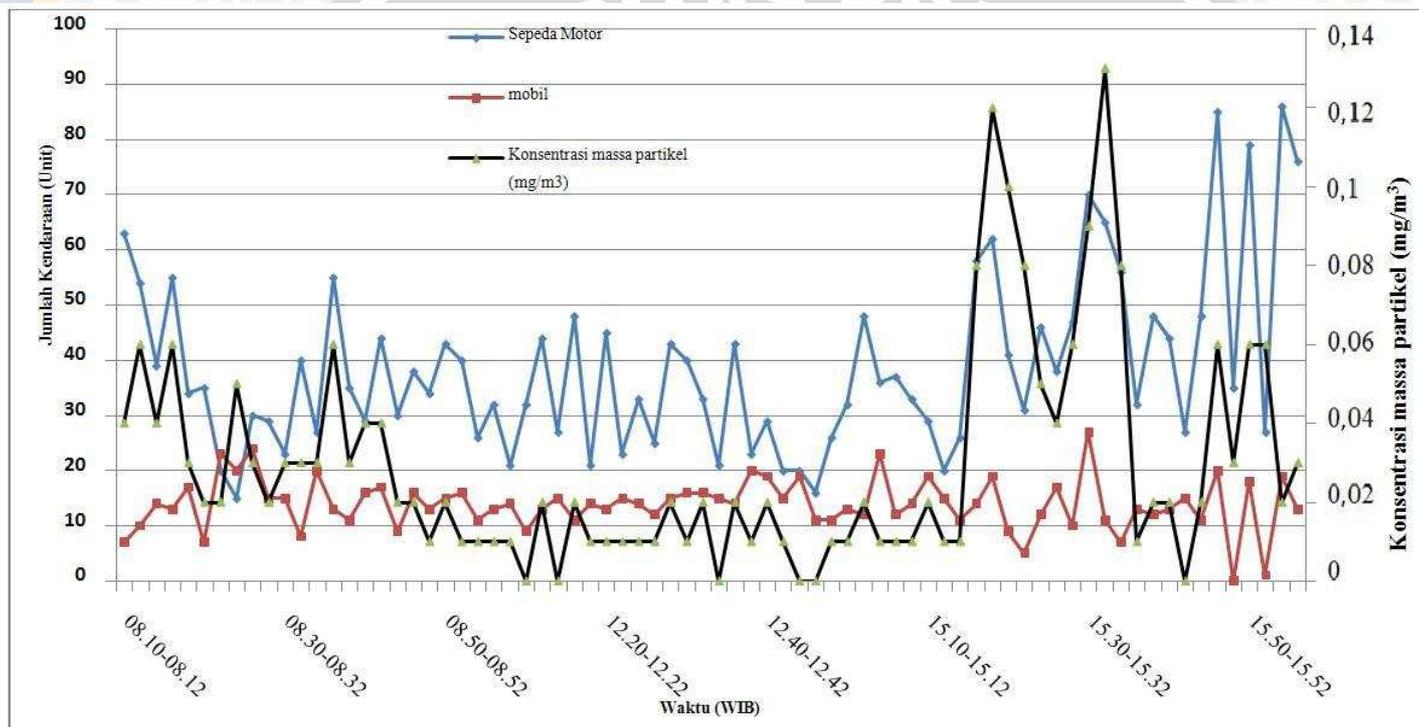
Gambar 4.2 Grafik hubungan jumlah kendaraan yang melintas terhadap konsentrasi massa fine partikel (PM_{2.5}) hari Selasa tanggal 20 September 2011



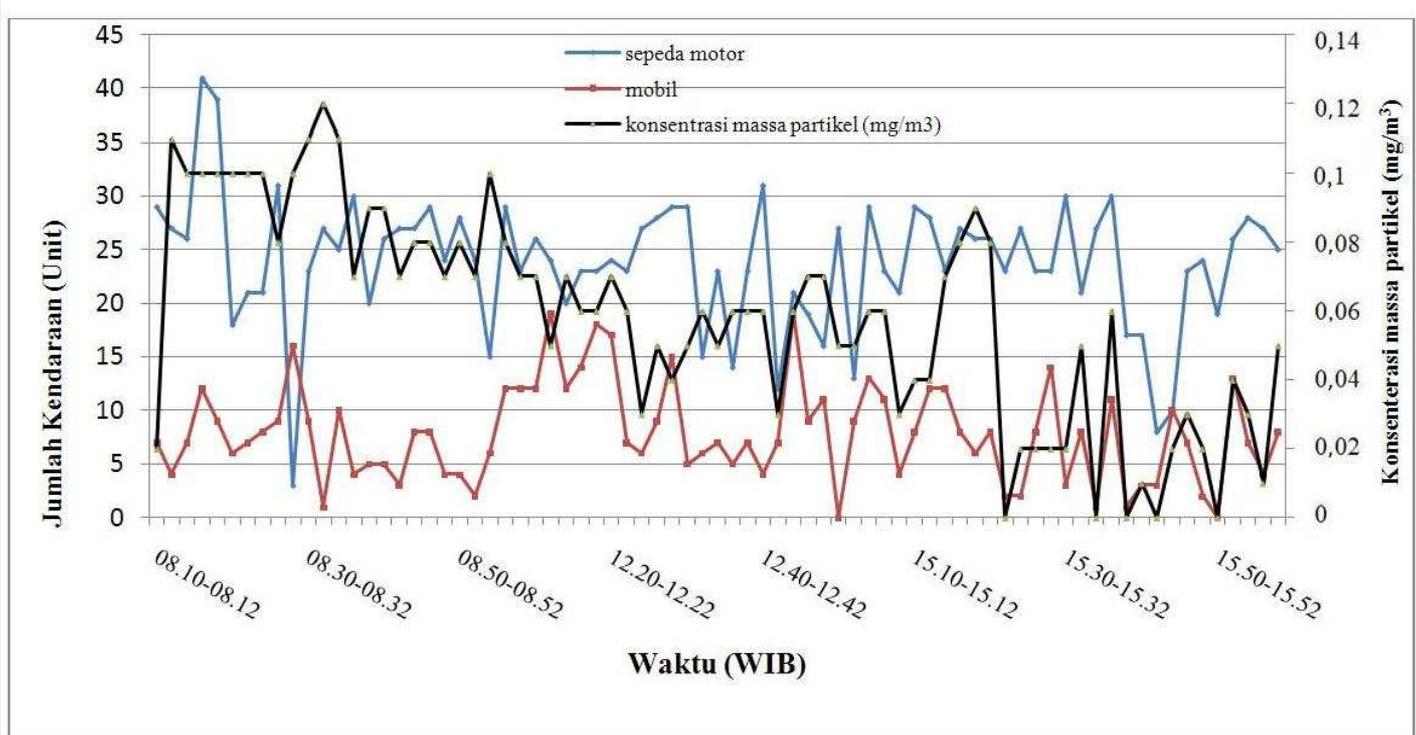
Gambar 4.3 Grafik hubungan jumlah kendaraan yang melintas terhadap konsentrasi massa fine partikel (PM_{2.5}) hari Rabu tanggal 21 September 2011



Gambar 4.4 Grafik hubungan jumlah kendaraan yang melintas terhadap konsentrasi massa fine partikel (PM_{2.5}) hari Kamis tanggal 22 September 2011



Gambar 4.5 Grafik hubungan jumlah kendaraan yang melintas terhadap konsentrasi massa fine partikel (PM_{2.5}) hari Jum'at tanggal 23 September 2011



Gambar 4.6 Grafik hubungan jumlah kendaraan yang melintas terhadap konsentrasi massa fine partikel (PM_{2.5}) hari Sabtu tanggal 24 September 2011

