

**EVALUASI KUALITAS *PARTICULATE MATTER* 10 (PM₁₀)
DAN FAKTOR YANG BERHUBUNGAN
DI KAMPUS UIN SUNAN AMPEL SURABAYA**

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh:

**WAHYU RATNA SARI
NIM: H05215010**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA
2019**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Wahyu Ratna Sari
NIM : H05215010
Program Studi : Teknik Lingkungan
Angkatan : 2015

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul: "EVALUASI KUALITAS *PARTICULATE MATTER* 10 (PM₁₀) DAN FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DI KAMPUS UIN SUNAN AMPEL SURABAYA". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 12 Juli 2019

Yang menyatakan,



(Wahyu Ratna Sari)
NIM H05215010

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir oleh

NAMA : Wahyu Ratna Sari

NIM : H05215010

JUDUL : EVALUASI KUALITAS *PARTICULATE MATTER* 10 (PM₁₀)
DAN FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DI KAMPUS
UIN SUNAN AMPEL SURABAYA

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 15 Juli 2019

Dosen Pembimbing 1



(Ida Munfarida, M.Si., M.T)
NIP 198411302015032001

Dosen Pembimbing 2



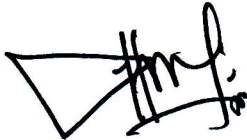
(Sarita Oktorina, M.Kes)
NIP 198710052014032003

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Wahyu Ratna Sari ini telah dipertahankan
di depan tim penguji tugas akhir
di Surabaya, 18 Juli 2019

Mengesahkan,
Dewan Penguji

Penguji I



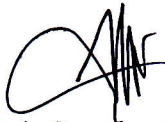
(Ida Munfarida, M.Si., M.T)
NIP 198411302015032001

Penguji II



(Sarita Oktorina, M.Kes)
NIP 198710052014032003

Penguji III



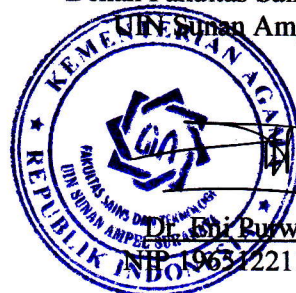
(Dedy Suprayogi, M.KL)
NIP 198512112014031002

Penguji IV



(Dyah Ratri Nurmaningsih, M.T)
NIP 198503222014032003

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya



(Dr. Ebi Purwati, M.Ag.)
NIP 196312211990022001



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Wahyu Ratna Sari
NIM : H05215010
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Teknologi
E-mail address : Wrsratna@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Sekripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Evaluasi Kualitas *Particulate Matter* 10 (PM₁₀) dan Faktor Yang Berhubungan

di Kampus UIN Sunan Ampel Surabaya

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 5 Agustus 2019

Penulis

(Wahyu Ratna Sari)
nama terang dan tanda tangan

| No. | Nama | Tahun | Judul Penelitian | Hasil Penelitian |
|-----|---|-------|---|---|
| | | | Kuningan dan Semanggi DKI Jakarta Tahun 2015 | Penelitian ini dilakukan selama 5 hari pada pukul 06.00 – 20.00 dimana 3 hari pada saat weekday dan 2 hari saat <i>weekend</i> . Hasil dari penelitian konsentrasi pajanan personal partikulat PM ₁₀ dan PM _{2,5} yaitu belum melebihi baku mutu yang ditetapkan NIOSH, OSHA dan ACGIH namun telah melebihi baku mutu udara ambien yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 dan Air Quality Guideline WHO. Perbandingan konsentrasi pajajn personal PM ₁₀ dan PM _{2,5} anantara weekday dan weekend terjadi perbedaan yang signifikan dimana konsentrasi di weekday lebih besar bila dibandingkan dengan weekend. |
| 3. | Haryono Huboyo, Sutrisno Setiyo Endro | 2009 | Analisis Konsentrasi <i>Particulate Matter</i> 10 (PM ₁₀) Pada Udara Diluar Ruang (Studi Kasus : Stasiun Tawang - Semarang) | Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi PM ₁₀ di sekitar PKL dan di sekitar petugas stasiun, perbandingan konsentrasi PM ₁₀ hasil pengukuran dengan baku mutu. Metode yang digunakan metode gravimetri dan alat yang digunakan untuk menimbang debu adalah Neraca Mettler Toledo Tipe AG 245. Hasil dari penelitian konsentrasi PM ₁₀ di sekitar PKL pada hari kerja dan akhir pekan sebesar 202,92 µg/m ³ dan 211,17 µg/m ³ . Sedangkan konsentrasi PM ₁₀ disekitar petugas stasiun (peron) pada hari kerja dan akhir pekan sebesar 149,37 µg/m ³ dan 173,84 µg/m ³ . Konsentrasi PM ₁₀ di sekitar PKL pada hari kerja dan akhir pekan melebihi baku mutu PM ₁₀ yaitu sebesar 150 µg/m ³ . Sedangkan PM ₁₀ di sekitar petugas stasiun (Peron) pada hari kerja sedikit dibawah baku mutu yang ditentukan. Sedangkan konsentrasi PM ₁₀ disekitar petugas stasiun (Peron) pada akhir pekan melebihi baku mutu yang ditentukan. |

| No. | Nama | Tahun | Judul Penelitian | Hasil Penelitian |
|-----|----------------------------------|-------|--|---|
| | | | | Hal ini di akibatkan adanya penambahan jumlah pengoperasian kereta serta peningkatan jumlah calon penumpang distasiun tawang pada saat dilakukannya pengambilan sampel konsentrasi udara. |
| 4. | Assabraini, Sugianto, Riad Syech | 2013 | Konsentrasi <i>Particulate Matter</i> 10 dan Faktor Yang Mempengaruhi Keadaan Udara di Kota Madya Pekanbaru Menggunakan <i>Ambient Dust Analyzer</i> | Penelitian tentang pengaruh intensitas matahari, suhu, dan kelembaban udara terhadap konsentrasi <i>Particulate Matter</i> 10 (PM ₁₀) telah dilakukan menggunakan metodologi interpretasi data. Pengukuran konsentrasi PM ₁₀ dilakukan dengan menggunakan alat ambient dust analyzer seri FH 62-1, di tiga stasiun pemantau di Pekanbaru, yaitu stasiun Kulim, stasiun Sukajadi dan stasiun Tampan. Data yang diamati merupakan data harian sepanjang tahun 2011 dan 2012 yang selanjutnya diolah dan dianalisa menjadi data rata rata per bulan. Hasil analisis data menunjukkan bahwa nilai konsentrasi PM ₁₀ rata-rata tahun 2011 adalah $44,10 \pm 17,56 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dengan konsentrasi PM ₁₀ maksimum adalah $71,33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada bulan November, sedangkan konsentrasi PM ₁₀ minimum terjadi pada bulan Agustus pada $16,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasi PM ₁₀ rata-rata tahun 2012 yaitu $32,54 \pm 16,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan nilai maksimum dicapai pada bulan November yaitu $60,50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan nilai minimum adalah $14,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ yang terjadi pada bulan Juni. Konsentrasi PM ₁₀ menjadi rendah ketika intensitas cahaya matahari dan suhu udara mencapai nilai maksimum, sementara nilai kelembaban udara minimum. Konsentrasi PM ₁₀ menjadi tinggi pada saat intensitas matahari dan suhu udara rendah, sedangkan kelembaban udara bernilai tinggi. |

| No. | Nama | Tahun | Judul Penelitian | Hasil Penelitian |
|-----|---------------|-------|---|---|
| | | | | Kecenderungan konsentrasi PM ₁₀ di udara Pekanbaru pada tahun 2011 dan 2012 adalah menurun, baik nilai maksimum maupun minimum. Konsentrasi PM ₁₀ termasuk ke dalam kategori sedang, menurut Indeks Standar Pencemaran Udara yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia. |
| 5. | Khotibul Umam | 2012 | Analisis Kualitas Udara dengan Parameter Partikel Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Udara Bebas di Lingkungan Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta | Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah partikel gas buang kendaraan bermotor, mengetahui pengaruh jumlah kendaraan terhadap jumlah partikel dan mengetahui dampak kesehatan yang terjadi akibat pencemaran partikel gas buang kendaraan bermotor di lingkungan Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. Metode penelitian yang digunakan yaitu deskriptif kualitatif, sedangkan analisis data digunakan analisis regresi linier berganda, untuk mencari korelasi antara faktor lingkungan dengan jumlah partikel. Penelitian dilakukan di lingkungan Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta pada 9 stasiun pengambilan sampel. Hasil yang diperoleh bahwa faktor lingkungan tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah partikel. Jumlah partikel gas buang melampaui ambang batas udara ambient terdapat di tiga titik yakni Fakultas Sains dan Teknologi, gerbang masuk kampus bagian barat dan gerbang masuk kampus bagian timur. Kendaraan yang masuk ke wilayah kampus bagian Barat sebanyak 2.824 rata rata perhari dan partikel gas buang kendaraan yang dikeluarkan ke udara bebas sejumlah 201,68 µg/m ³ . |

| No. | Nama | Tahun | Judul Penelitian | Hasil Penelitian |
|-----|--------------------------------------|-------|--|---|
| | | | | <p>Jumlah partikel pada kampus bagian Barat melebihi ambang baku mutu partikel yang di syaratkan (PM_{10} sebesar $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $PM_{2,5}$ sebesar $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Kendaraan yang masuk ke wilayah kampus bagian Timur, sebanyak 1.139 rata rata dalam sehari dan jumlah partikel gas buang kendaraan yang dilepaskan ke udara sebanyak $149,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (melebihi ambang baku mutu partikel $PM_{2,5}$ sebesar $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Jumlah kendaraan berbanding lurus dengan jumlah partikel di lingkungan kampus UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Terdapat pengaruh kesehatan akibat pencemaran partikel gas buang kendaraan bermotor, sebesar 20% sampel merasakan gejala batuk-batuk, 15% merasakan mata perih dan gejala normal (tidak ada pengaruh) sebesar 65%. Namun untuk di lingkungan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sendiri efek tersebut masih dalam taraf ringan.</p> |
| 6. | Majeed S. Jassim and Gulnur Coskuner | 2017 | <i>Assessment of spatial variations of Particulate Matter 10 (PM_{10} and $PM_{2,5}$) in Bahrain identified by air quality index (AQI)</i> | <p>Urbanisasi yang cepat, industrialisasi, modernisasi, dan Timur Tengah polusi debu sering berdampak negatif pada kualitas udara ambien di Bahrain. Objektif dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi udara atmosfer paling kritis polutan dengan penekanan pada potensi risiko terhadap kesehatan pada nilai AQI (Indeks Kualitas Udara) yang dihitung menggunakan pendekatan EPA. Kumpulan data kualitas udara dari partikel (PM_{10} dan $PM_{2,5}$), ozon (O_3), sulfur dioksida (SO_2), nitrogen dioksida (NO_2), dan karbon monoksida (CO) diukur pada bulan Januari 2012 dan Agustus 2012 menggunakan lima pemantauan kualitas udara bergerak stasiun yang terletak di berbagai gubernur.</p> |

| No. | Nama | Tahun | Judul Penelitian | Hasil Penelitian |
|-----|----------------------------|-------|---|---|
| | | | | <p>Hasil studi ini menunjukkan bahwa PM₁₀ dan PM_{2.5} adalah yang paling kritis polutan udara di Bahrain dengan PM_{2.5} yang berlaku selama Januari 2012 dan PM₁₀ yang berlaku selama Agustus 2012. Yang sesuai Kategori AQI digunakan untuk mengevaluasi variabilitas masalah partikulat di lima gubernur. Dampak faktor meteorologi seperti suhu udara sekitar, kecepatan angin, kelembaban relatif, dan curah hujan dibahas tentang kualitas udara. Analisis menunjukkan bahwa konsentrasi PM₁₀ tertinggi diamati di sebelah utara gubernur konsentrasi PM_{2.5} tertinggi diamati di ibukota, pusat, dan utara gubernur selama Agustus 2012. Diamati bahwa tingkat PM_{2.5} polusi lebih tinggi dalam jarak yang dekat dengan zona industri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata rasio PM_{2.5} / PM₁₀ di Agustus 2012 lebih rendah dari pada Januari 2012 karena Proses Aeolian. Studi ini menyimpulkan bahwa kecepatan angin lebih tinggi, total curah hujan, tingkat kelembaban relatif, dan suhu udara lebih rendah sekitar pada Januari 2012 membantu pembuang partikel sehingga menurunkan tingkat polusi PM₁₀ dan PM_{2.5} dibandingkan dengan Agustus 2012.</p> |
| 7. | Yong Zhang and Wulin Jiang | 2017 | <i>Pollution Characteristics and Influencing Factors of Atmospheric Particulate Matter (PM_{2.5}) in Chang-Zhu-Tan Area</i> | Menggunakan data waktu yang sama dari konsentrasi PM _{2.5} dan meteorologi dari 1 Mei hingga 31 Mei 2013 di daerah Chang-Zhu-Tan. Makalah ini menganalisis variasi karakteristik konsentrasi PM _{2.5} dan korelasi antara variasi karakteristik dan faktor meteorologi. |

| No. | Nama | Tahun | Judul Penelitian | Hasil Penelitian |
|-----|---|-------|---|--|
| | | | | <p>Dalam pandangan waktu, hasilnya menunjukkan bahwa konsentrasi $PM_{2.5}$ 24 jam bervariasi dengan gaya dua puncak dan dua lembah di daerah Chang-Zhu-Tan. Dan konsentrasi $PM_{2.5}$ harian cenderung ke ketidakstabilan dan karakteristik variasi yang hebat dengan multi-puncak dan multi-lembah. Mengingat ruang, nilai konsentrasi $PM_{2.5}$ dari tiga kota dari tinggi kerendah adalah Zhuzhou > Xiangtan > Changsha. Untuk kota dan pinggiran kota, konsentrasi $PM_{2.5}$ nilai kota pusat lebih besar daripada kota di Changsha dan Xiangtan. Namun, nilai konsentrasi $PM_{2.5}$ dari pusat kota di Zhuzhou sedikit lebih rendah dari pinggiran kota. Pada saat yang sama, analisis korelasi antara konsentrasi $PM_{2.5}$ dan faktor meteorologi menunjukkan bahwa korelasi dari tinggi ke rendah adalah kelembaban udara relatif > suhu tanah > suhu udara > kelembaban tanah > kecepatan angin > curah hujan. Di antara faktor-faktor meteorologi di atas, kecepatan angin, curah hujan, suhu udara, suhu tanah dan kelembaban tanah berkorelasi negatif dengan konsentrasi $PM_{2.5}$, tetapi korelasi antara kelembaban udara relatif dan konsentrasi $PM_{2.5}$ adalah korelasi positif.</p> |
| 8. | Qianqian Yang, Qiangqiang Yuan, Tongwen Li, Huanfeng Shen, Liangpei Zhang | 2017 | <i>The relationships between $PM_{2.5}$ and meteorological factors in China: Seasonal and regional variations.</i> | Interaksi antara $PM_{2.5}$ dan faktor meteorologi memainkan peran penting di analisis polusi udara. Namun, penelitian sebelumnya yang telah meneliti korelasi antara Konsentrasi $PM_{2.5}$ dan kondisi meteorologi sebagian besar terbatas pada kondisi tertentu kota atau kabupaten, dan korelasi seluruh China masih belum jelas. |

| No. | Nama | Tahun | Judul Penelitian | Hasil Penelitian |
|-----|--|-------|--|---|
| | | | | <p>Apakah atau tidak keluar variasi spasial dan musiman perlu penelitian lebih lanjut. Dalam penelitian ini, korelasinya antara konsentrasi PM_{2.5} dan faktor meteorologi diselidiki di 74 kota besar di Tiongkok untuk periode berkelanjutan 22 bulan dari Februari 2013 hingga November 2014, di musim, tahun, kota, dan skala regional, dan variasi spasial dan musiman dianalisis. Faktor meteorologi adalah kelembaban relatif (RH), suhu (TEM), kecepatan angin (WS), dan tekanan permukaan (PS). Kami menemukan bahwa variasi spasial dan musiman korelasi dengan PM_{2.5} memang ada. Secara spasial, kesehatan reproduksi berkorelasi positif dengan PM_{2.5} konsentrasi di Cina Utara dan Urumqi, tetapi korelasi berubah menjadi negatif di daerah lain dari Cina.</p> |
| 9. | Ramasamy Jayamurugan, B. Kumaravel, S. Palanivelraja, dan M. P. Chockalingam | 2013 | <i>Influence of Temperature, Relative Humidity and Seasonal Variability on Ambient Air Quality in a Coastal Urban Area</i> | <p>Konsentrasi polutan udara di udara ambien diatur oleh parameter meteorologis seperti kecepatan angin atmosfer, arah angin, kelembaban relatif, dan suhu. Penelitian ini menganalisis pengaruh suhu dan kelembaban relatif terhadap konsentrasi SO₂, NO_x, RSPM, dan SPM ambien di Chennai Utara, sebuah kota pantai di India, selama musim hujan, pasca musim hujan, musim panas, dan musim pra-musim hujan untuk 2010-2011 menggunakan analisis regresi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa SO₂ dan NO_x keduanya berkorelasi negatif di musim panas ($r^2 = 0.25$ for SO₂ and $r^2 = 0.15$ for NO_x) dan berkorelasi sedang dan positif ($r^2 = 0,32$ untuk SO₂ dan $r^2 = 0,51$ untuk NO_x) selama musim pasca-hujan dengan suhu.</p> |

| No. | Nama | Tahun | Judul Penelitian | Hasil Penelitian |
|-----|----------------------------------|-------|---|--|
| | | | | <p>RSPM dan SPM memiliki korelasi positif dengan suhu di semua musim kecuali satu pasca-musim hujan. Temuan ini menunjukkan bahwa pengaruh suhu terhadap gas polutan (SO₂ & NO_x) jauh lebih efektif di musim panas daripada musim lain, karena kisaran suhu yang lebih tinggi, tetapi dalam kasus partikulat, korelasinya ditemukan kontradiktif. Korelasi yang sangat lemah hingga sedang ada antara suhu dan konsentrasi polutan ambien selama semua musim menunjukkan pengaruh variasi termal tidak konstan di wilayah pesisir. Korelasi negatif yang signifikan secara statistik ditemukan antara kelembaban dan partikulat di keempat musim, tetapi tingkat korelasi ditemukan moderat hanya selama musim hujan ($r^2 = 0,51$ dan $r^2 = 0,41$) dibandingkan dengan tiga musim lainnya dan tidak ada korelasi signifikan yang ditemukan antara kelembaban dan SO₂, NO_x di semua musim. Disarankan dari penelitian ini bahwa pengaruh kelembaban efektif untuk mereda partikel di wilayah pesisir.</p> |
| 10. | Yenni Ruslinda dan Didi Wiranata | 2014 | Analisis Kualitas Udara Ambien Kota Padang akibat Pencemar <i>Particulate Matter</i> 10 (PM ₁₀) | <p>PM₁₀ adalah partikel di udara ambien dengan ukuran aerodinamik < 10 μm yang berkorelasi langsung dengan kesehatan manusia. Penelitian ini bertujuan menganalisis kualitas udara ambien Kota Padang akibat pencemar PM₁₀. Dari hasil penelitian didapatkan konsentrasi PM₁₀ rata-rata di kawasan institusi 101,933 μg/m³, kawasan komersil 101,770 μg/m³, kawasan industri 103,493 μg/m³, kawasan domestik adalah 28,630 μg/m³ dengan konsentrasi rata-rata di untuk Kota Padang 83,765 μg/m³.</p> |



PRODI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

KETERANGAN :

- Kecamatan Wonocolo
- UIN Sunan Ampel Surabaya

| NAMA | NIM |
|------|-----|
|------|-----|

| | |
|------------------|-----------|
| Wahyu Ratna Sari | H05215010 |
|------------------|-----------|

| SKALA | NOMER GAMBAR |
|-------|--------------|
|-------|--------------|

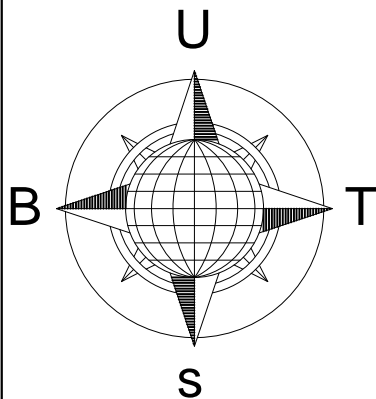
| | |
|------------|-----|
| 1 : 25.000 | 3.3 |
|------------|-----|

| TANGGAL DIGAMBAR | TANGGAL DIPERIKSA |
|------------------|-------------------|
|------------------|-------------------|

| DOSEN PEMBIMBING |
|------------------|
|------------------|

| |
|---|
| Ida Munfarida, M.Si., M.T. NIP. 198411302015032001 |
|---|

| |
|--|
| Sarita Oktarina, M.Kes. NIP. 198710052014032003 |
|--|



Gambar 3.2 Peta Administrasi UIN Sunan Ampel Surabaya



PRODI TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
 SUNAN AMPEL SURABAYA

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Peta Lokasi UIN Sunan Ampel Surabaya

KETERANGAN :

Peta Lokasi UIN Sunan Ampel Surabaya

| NAMA | NIM |
|------|-----|
|------|-----|

| | |
|------------------|-----------|
| Wahyu Ratna Sari | H05215010 |
|------------------|-----------|

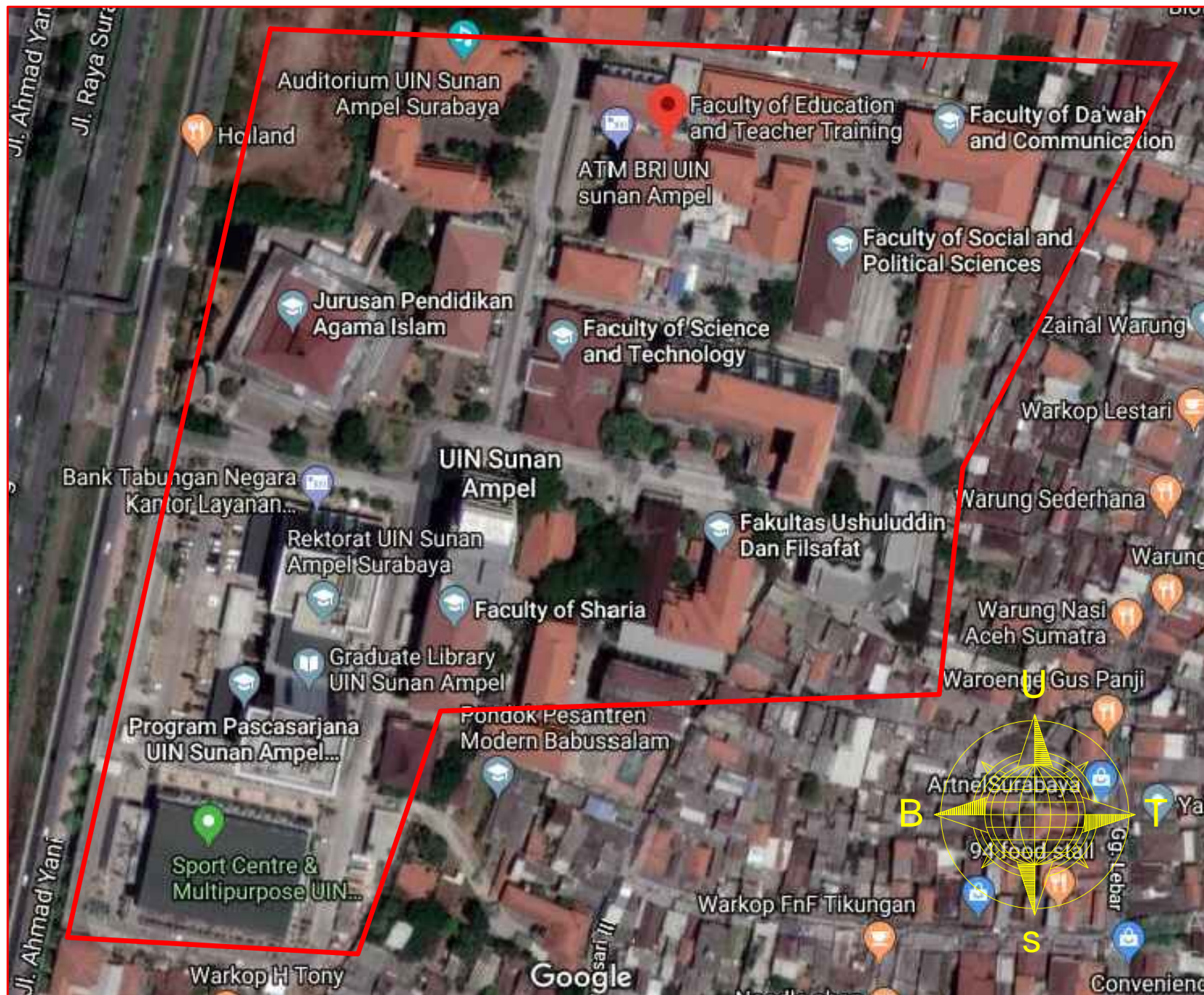
| SKALA | NOMER GAMBAR |
|-------|--------------|
|-------|--------------|

| | |
|------------|-----|
| 1 : 25.000 | 3.5 |
|------------|-----|

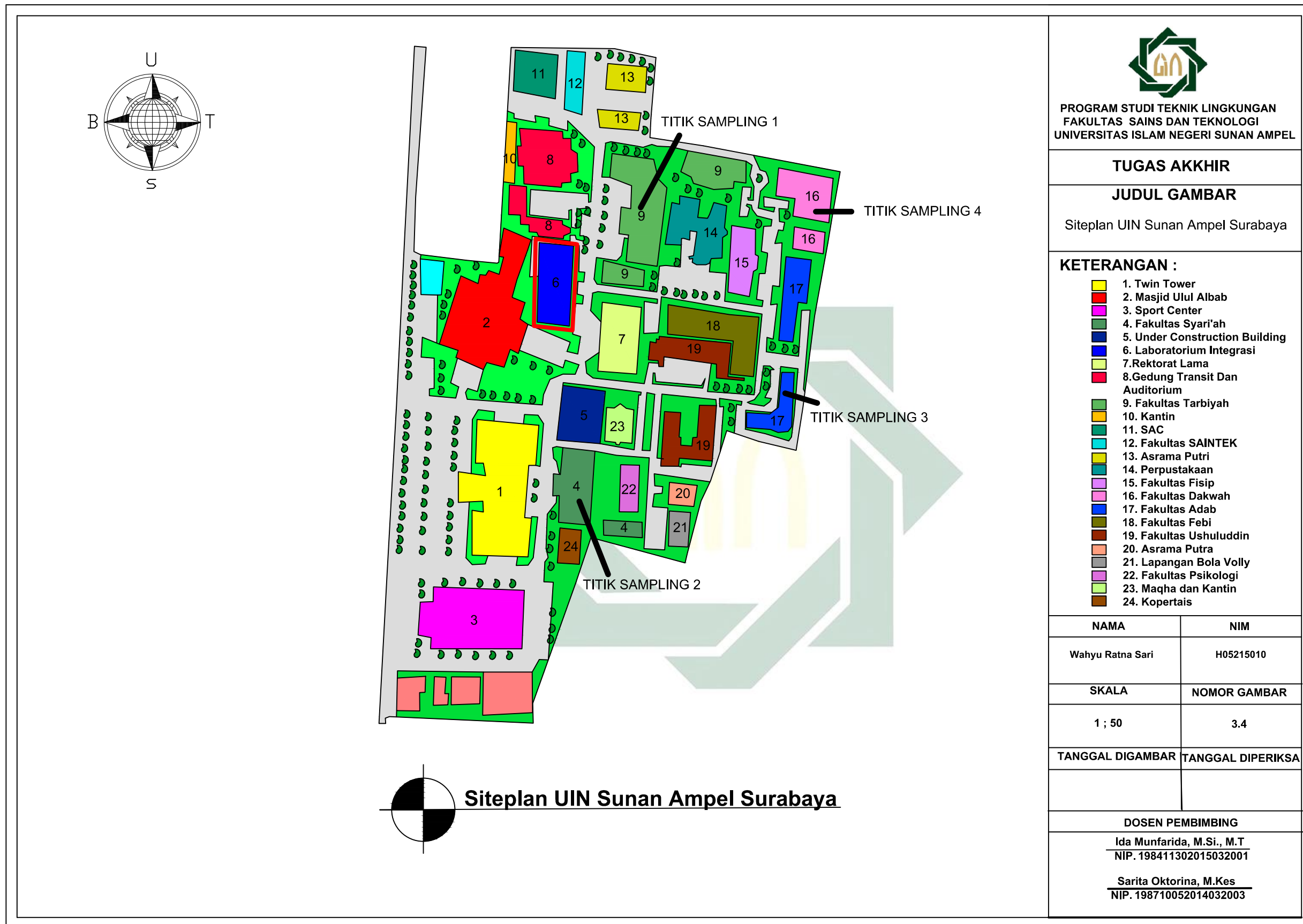
| TANGGAL DIGAMBAR | TANGGAL DIPERIKSA |
|------------------|-------------------|
|------------------|-------------------|

| DOSEN PEMBIMBING |
|------------------|
|------------------|

| |
|--|
| Ida Munfarida, M.Si., M.T NIP. 198411302015032001 |
| Sarita Oktoria, M.Kes NIP. 198710052014032003 |



Gambar 3.3 Peta Lokasi UIN Sunan Ampel Surabaya



Gambar 3.4 Siteplan UIN Sunan Ampel Surabaya



PRODI TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
 SUNAN AMPEL SURABAYA

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

PETA ZONA SAMPLING

KETERANGAN :

1. FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
2. FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
3. FAKULTAS ADAB DAN HUMANIORA
4. FAKULTAS DAKWAH DAN KOMUNIKASI

- = Titik Sampling
- = Titik Sampling yang Terpilih

| NAMA | NIM |
|------------------|--------------|
| Wahyu Ratna Sari | H05215010 |
| SKALA | NOMER GAMBAR |
| 1 : 25.000 | 3.9 |

TANGGAL DIGAMBAR

TANGGAL DIPERIKSA

DOSEN PEMBIMBING

Ida Munfarida, M.Si., M.T.
 NIP. 198411302015032001

Sarita Oktarina, M.Kes
 NIP. 198710052014032003



Gambar 3.9 Peta Zona Sampling



PRODI TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
 SUNAN AMPEL SURABAYA

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

PETA TITIK SAMPLING

KETERANGAN :

1. FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
2. FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
3. FAKULTAS ADAB DAN HUMANIORA
4. FAKULTAS DAKWAH DAN KOMUNIKASI

NAMA

NIM

Wahyu Ratna Sari

H05215010

SKALA

NOMER GAMBAR

1 : 25.000

4.1

TANGGAL DIGAMBAR

TANGGAL DIPERIKSA

DOSEN PEMBIMBING

Ida Munfarida, M.Si., M.T.
 NIP. 198411302015032001

Sarta Oktarina, M.Kes
 NIP. 198710052014032003



Gambar 4.1 Peta Titik Sampling

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Konsentrasi PM₁₀ pada Sore Hari (16.00-18.00)

| Waktu Pengukuran | Konsentrasi PM ₁₀ (µg/m ³) | | | | Rata-Rata (µg/m ³) |
|------------------|---|---------|---------|---------|--------------------------------|
| | Titik 1 | Titik 2 | Titik 3 | Titik 4 | |
| Senin | 18.03 | 30.21 | 5.55 | 14.12 | 16.98 |
| Selasa | 11.10 | 12.95 | 14.56 | 6.47 | 11.27 |
| Sabtu | 3.53 | 8.63 | 8.96 | 5.98 | 6.78 |
| Minggu | 2.99 | 5.30 | 6.47 | 4.32 | 4.77 |

(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

Pada Tabel 4.4, konsentrasi PM₁₀ selama 4 hari pengukuran di sore hari pukul 16.00-18.00 WIB didapatkan konsentrasi tertinggi pada hari Senin dengan rata-rata sebesar 16.98 µg/m³. Konsentrasi PM₁₀ pada titik 1 sebesar 18.03 µg/m³, titik 2 sebesar 30.21 µg/m³, titik 3 sebesar 5.55 µg/m³, titik 4 sebesar 14.12 µg/m³. Sedangkan konsentrasi PM₁₀ terendah didapatkan pada hari Minggu dengan rata-rata sebesar 4.77 µg/m³. Konsentrasi PM₁₀ di titik 1 sebesar 2.99 µg/m³, titik 2 sebesar 5.30 µg/m³, titik 3 sebesar 6.47 µg/m³, dan titik 4 sebesar 4.32 µg/m³.

d. Waktu pengukuran pagi, siang dan sore hari

Hasil pengukuran konsentrasi *Particulate Matter* 10 (PM₁₀) di udara ambien pada waktu pagi, siang dan sore hari yaitu selama 4 hari disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Konsentrasi *Particulate Matter* 10 (PM₁₀)

| Waktu Pengukuran | | Konsentrasi PM ₁₀ (µg/m ³) | | | | Rata-Rata (µg/m ³) |
|------------------|------------------------|---|---------|---------|---------|--------------------------------|
| | | Titik 1 | Titik 2 | Titik 3 | Titik 4 | |
| Senin | Pagi (07.00-09.00) | 12.14 | 38.84 | 3.88 | 3.88 | 14.69 |
| Selasa | | 13.87 | 23.74 | 3.88 | 14.94 | 14.11 |
| Sabtu | | 5.18 | 8.32 | 3.53 | 11.65 | 7.17 |
| Minggu | | 8.63 | 4.32 | 7.77 | 5.55 | 6.57 |
| Senin | Siang (12.00-14.00) | 42.72 | 4.32 | 12.95 | 29.13 | 22.28 |
| Selasa | | 9.71 | 12.95 | 20.91 | 14.12 | 14.42 |
| Sabtu | | 12.95 | 16.18 | 19.42 | 7.06 | 13.90 |
| Minggu | | 35.60 | 2.77 | 8.32 | 3.24 | 12.48 |
| Senin | Sore (16.00-18.00) | 18.03 | 30.21 | 5.55 | 14.12 | 16.98 |
| Selasa | | 11.10 | 12.95 | 14.56 | 6.47 | 11.27 |
| Sabtu | | 3.53 | 8.63 | 8.96 | 5.98 | 6.78 |
| Minggu | | 2.99 | 5.30 | 6.47 | 4.32 | 4.77 |

(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

Pada Gambar 4.5 – 4.7 perbandingan konsentrasi PM₁₀ di udara ambien dengan baku mutu pada pagi (07.00-09.00), siang (12.00-14.00) dan sore (16.00-18.00) selama 4 hari pengukuran konsentrasi PM₁₀ di kampus UIN Sunan Ampel Surabaya masih berada di bawah baku mutu menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia tahun 1999 yaitu 150 µg/m³. Kampus UIN Sunan Ampel Surabaya dikatakan dalam kondisi baik dan sehat, konsentrasi PM₁₀ dibawah baku mutu dikarenakan adanya ruang terbuka hijau. Menurut penelitian Sa'iedah, (2018) mengenai ruang terbuka hijau (RTH,) di kampus UIN Sunan Ampel terdapat RTH dengan jumlah vegetasi sebanyak 168 pohon. Adanya vegetasi di suatu wilayah dapat mengurangi pencemar di udara ambien. Banyaknya pepohonan dapat mereduksi konsentrasi PM₁₀ di udara ambien, sehingga dapat dijadikan *back ground* untuk pencemaran udara (Ruslinda dkk, 2014).

Pengurangan konsentrasi PM₁₀ di udara ambien oleh RTH ini disebut reduksi langsung. Reduksi langsung terjadi karena tanaman di ruang terbuka hijau mampu menyerap PM₁₀ melalui proses difusi brown, benturan, intersepsi, dan sedimentasi. Sedangkan reduksi tidak langsung terjadi karena tanaman mampu merubah kondisi meteorologi lokal seperti menahan kecepatan angin dan meningkatkan kelembaban udara dan dapat dilihat dari hasil analisa faktor meteorologi turut mempengaruhi konsentrasi PM₁₀ di kawasan lokasi penelitian. Tumbuhan berfungsi sebagai indikator kualitas lingkungan dan memiliki jasa lingkungan. Tumbuhan memiliki kemampuan untuk menyerap karbondioksida, produsen oksigen, penyerap debu, penyerap kebisingan, pemecah angin, dan penyimpan air dalam 13 tanah Putri (2017).

Tumbuhan dapat *removal* polusi partikel dengan cara mengintersepsi partikel udara tersebut. Beberapa partikel dapat terserap kedalam tumbuhan, sebagian besar partikel yang terintersepsi tertahan di permukaan tumbuhan. Beberapa dari partikel tersebut tersuspensi kembali ke atmosfer, tercuci air hujan, atau jatuh ke tanah bersamaan dengan jatuhnya daun dan ranting (Nowak, 2010). Menurut Chen *et.al*, (2015) 5 langkah proses *removal* partikulat dari atmosfer ke permukaan yaitu: (1) sedimentasi; (2) difusi; (3) turbulensi; (4) washout; dan (5) deposisi basah. Deposisi kering adalah gabungan dari 3 langkah pertama dari proses yang telah disebutkan.

- Chahaya S, Indra dan Nurmaini. 2005. Faktor-Faktor Kesehatan Lingkungan Perumahan yang Mempengaruhi Kejadian ISPA pada Balita di Perumahan Nasional (Perumnas) Mandala, Kecamatan Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang. *Majalah Kedokteran Nusantara*, 38 (3) : 230-234.
- Chaloulakou, A., Kassomenos, P., Spyrellis, N., Demokritou, P., and Koutrakis, P. 2010. Measurements of PM₁₀ and PM_{2.5} Particle Concentrations in Athens, Greece. *J. Atmospheric Environment*. 37 : 649-660.
- Chen, J., Yu, X., Fenbing, Sun., Xiaoxiu, L., Fu, Y. 2015. "The Concentrations and Reduction of Airborne Particulate Matter 10 (PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁) at Shelterbelt Site in Beijing". *Athmosphere*. 6:650-676.
- Damara, D. Y., Wardhana, I. W., dan Sutrisno, E. 2017. Analisis Dampak Kualitas Udara Karbon Monoksida (CO) di Sekitar Jl. Pemuda akibat Kegiatan *Car Free Day* Menggunakan Program Caline4 dan Surfer (Studi Kasus : Kota Semarang). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6 (1) : 1–14.
- Djaronge, M. W., Aly, S. H., dan Kondorura, C. F. 2017. Analisis Kapasitas Ruang Terbuka Hijau (RTH) Balai Kota Makassar dalam Mereduksi Emisi Kendaraan Bermotor. *Jurnal Universtas Hasanuddin*, 16.
- Fardiaz, S. 1992. *Pencemaran Air dan Udara*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta
- Fardiaz, S. 2003. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius. Yogyakarta.
- Fitria, L., Ririn Arminsih Wulandari, Ema Hermawati, Dewi Susanna. 2008. Kualitas Udara dalam Ruang Perpustakaan Universitas "X" Ditinjau dari Kualitas Biologi, Fisik, dan Kimiawi. *Makara, Kesehatan*, 12 (2) : 77-83.
- Formerly, COST. 2010. *Effect of Indoor Air Pollution on Human Health*. Environment and Quality of Life. European Concerted Action: Europa.
- Gunawan, H., Ruslinda, Y. and Alfionita, A. 2015. Relationship Models Between Hydrocarbon Concentrations in Roadway Ambient Air with Traffic Characteristics, *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 8(10) :1017–1028
- Gunawan, H., Ruslinda, Y., Anggela, Y. 2018. Pengaruh Konsentrasi Karbon-monoksida (CO), di Udara Ambien Roadside dengan Karakteristik Lalu Lintas di Jaringan Jalan Sekunder Kota Padang. *Proceedings of 18th FSTPT International Symposium*. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Huboyo, H. S., dan E., Sutrisno. 2009. Analisis Konsentrasi *Particulate Matter* 10 (PM₁₀) pada Udara diluar Ruang (Studi Kasus : Stasiun Tawang - Semarang). *Teknik*, 30 (1):44-48.
- Jassim, M. S, dan G. Coskuner .2017. Assessment of spatial variations of Particulate Matter (PM₁₀ and PM_{2.5}) in Bahrain identified by air quality index (AQI). *Arab J Geosci*, 1-14.
- Jayamurugan, R., B. Kumaravel, S. Palanivelraja, dan M. P. Chockalingam .2013. Influence of Temperature, Relative Humidity and Seasonal Variability on Ambient Air Quality in a Coastal Urban Area. *International Journal of Atmospheric Sciences*, 1-18.
- Kassim. 2015. Particulate Matter 10 Levels in Ambient Air Adjacent to Industrial Area. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 136 : 1-6.

- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2002. *Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri*. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/Menkes/SK/XI/2002. Jakarta (ID) : Kemenkes.
- Keputusan Menteri Kesehatan RI nomor 1405 tahun 2002 tentang Pedoman Pengendalian Dampak Pencemaran Udara.
- Koren. 2009b. *Handbook of Environmental Health* Volume 2: Pollutant Interactions In Air, Water and Soil, Lewis Publisers, USA.hal 20.
- Lindawati. 2010. Partikulat udara rumah tangga yang mempengaruhi kejadian infeksi saluran pernafasan akut (ISPA) pada balita (penelitian di kecamatan Mampang Prapatan Jakarta Selatan Tahun 2009-2010. *Skripsi*. Universitas Indonesia: Jakarta.
- Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Maulana, R., Fitrianiingsih, Y., dan Sulandari, E. 2014. Analisis Pengaruh Tingkat Volume dan Jenis Kendaraan Terhadap Konsentrasi *Particulate Matter* 10 (PM₁₀) (Studi Kasus: Jl. Sutan Syahrir, Jl. Ahmad Yani dan Jl. Kom. Yos. Sudarso Kota Pontianak. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Mediastika, C. 2008. Memanfaatkan Tanaman untuk Mengurangi Polusi *Particulate Matter* 10 ke Dalam Bangunan. *Dimensi Teknik Arsitektur*. 30 (2) : 159-166.
- Mohamed, R. M. S. R., N. M. S. Nizam, A. A. Al-Gheethi, A. Lajis and A. H. M. Muhaimin. 2014. Permodelan dispersi polutan udara dari aktivitas PLTU Cirebon pada musim kemarau dan hujan serta penggunaan 2 cerobong asap. *Tesis*. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Mukono, H.J. 2008. *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernafasan*. Cetakan Ketiga. Airlangga University Press. Surabaya.
- Muliane, U., dan P. Lestari. 2013. Pemantauan Kualitas Udara Ambien Daerah Padat Lalu Lintas dan Komersial DKI Jakarta: Analisis Konsentrasi PM_{2,5} dan *Black Carbon*. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 17 (2) : 178 – 188.
- Muzayanah. 2016. Model Ruang Terbuka Hijau untuk Reduksi *Particulate Matter*10 udara ambien. *Disertasi*. FTP Universitas Brawijaya, Malang.
- Nowak, J., Crane, E., Stevens, C. 2010. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry&Urban Greening*, 4 : 115-123.
- Pakkanena, T. A., Kati L., Christina H. K., Minna A., Timo M., Risto E. H., P.aivi A., Tarja K., Anu K.,W. Maenhautc. 2010. Sources and Chemical Composition of Atmospheric Fine and Coarse Particles in The Helsinki Area. *Atmospheric Environment*, 35 : 5381–5391.
- Palureng, R. W. N., Dian, R. J., dan S. Siahaan. 2015. *Efektivitas Vegetasi sebagai Penjerap Total Suspended Particulate (TSP) di Kawasan SD Negeri 24 Pontianak Utara*. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara.

- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 12 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara.
- Pertiwi, H.P. 2017. *Tingkat Pencemaran Udara CO dalam Ruang*. 90-120.
- Prayudi, T., dan J. P. Susanto. 2009. Kualitas Debu Dalam Udara Sebagai Dampak Industri Pengecoran Logam Ceper. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 2 (2) : 168-174.
- Putri, Nur Baiti Danial. 2017. Studi Reduksi *Particulate Matter* 10 (PM₁₀) Udara Ambien oleh Ruang Terbuka Hijau di Kawasan PT. Petrokimia Gresik. *Tugas Akhir*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Razif, M. dan Prasasti, S.I. 2012. Pemetaan Tingkat Konsentrasi Partikulat Akibat Transportasi di Wilayah Surabaya Pusat. *Jurnal Purifikasi*, 7: 13-18.
- Rohmah, I., Rita, Chirs S., Bambang H., Retno P. L., dan R. Nelson. Perbandingan Metode Sampling Kualitas Udara: *High Volume Air Sampler* (HVAS) dan *Low Volume Air Sampler* (LVAS). *Ecolab*, 12 (2) : 53-102.
- Rojali, Ah MG. 1997. *Alat-Alat Meteorologi Jilid A*. Balai Pendidikan Dan Pelatihan Meteorologi Dan Geofisika : Jakarta.
- Roza, V., Mirna, I., dan S. Anita. 2015. Korelasi Konsentrasi *Particulate Matter* 10 (PM₁₀) di Udara dan Kandungan Timbal (Pb) dalam Rambut Petugas SPBU di Kota Pekanbaru. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 2 (1) : 52-53.
- Ruslinda, Y., dan D. Wiranta. 2014. Analisis Kualitas Udara Ambien Kota Padang akibat Pencemar *Particulate Matter* 10 μ m (PM₁₀). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 21 (2) : 19-28.
- Sa'iedah, A. 2018. Korelasi antara Ruang Terbuka Hijau dengan Konsentrasi Karbon Dioksida (CO₂) dan Oksigen (O₂) di Kampus UIN Sunan Ampel Surabaya. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Sastrawijaya, A.T. 2009. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sepriani, K. D. 2015. Sebaran Partikulat (PM₁₀) Pada Musim Kemarau di Kabupaten Tangerang dan Sekitarnya. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor Bogor.
- Sianturi, O. .2004. Evaluasi Emisi Karbon Monoksida dan Partikel Halus dari Kendaraan Bermotor di Kota Semarang. *Tesis*. Program Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro Semarang.
- Siregar, S. 2017. *Statistika Terapan Untuk Perguruan Tinggi (Pertama)*. Jakarta: Kencana.
- Soedomo. (1999). *Pencemaran Udara*. Bandung: Penerbit ITB.
- Soemarwoto, O. 2004. *Atur Diri Sendiri : Paradigma Baru Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- SPSS Indonesia. 2014. *Analisis Korelasi dengan SPSS*.
- Sugiyono. 2009. *Statistik untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&B*. Bandung: Alfabeta.

- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Syahrul, S. N., dan M. Juhri. 2012. Desain dan Implementasi Sistem Pemantau Cuaca Transmisi Nirkabel. *Jurnal Sistem Komputer Unikom – Komputika*, 1 (1) : 31-37.
- Turyanti, A, Santikayasa, IP. 2012. Analisa Pola Unsur Meteorologi dan Konsentrasi Polutan di Udara Ambien (Studi Kasus Kota Jakarta dan Bandung). *J. Agromet Indonesia*, 20 (2) : 25-37.
- Umam, K. 2012. Analisis Kualitas Udara dengan Parameter Partikel Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Udara Bebas di Lingkungan Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga.
- Undang-undang No.22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.
- United States Environment Protection Agency. 2004. *Air Quality Criteria For Partikulate Matter- Vol I dan II*. National Center for Environmental Assesment-RTP Office of Research and Development, U.S. EPA Research Triangel Park, NC.
- United States Environment Protection Agency. 2005. *The Inside Story: A Guide to Indoor Air Quality*. EPA Document # 402-K-93-007.
- United States Environment Protection Agency. 2013. *Health Effects of Particulate Matter 10*.
- Wang, J., and S. Ogawa. 2015. Effects of Meteorological Conditions on PM_{2.5} Concentrations in Nagasaki, Japan. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 12 : 9089-9101.
- Wardhana, W.A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan (Edisi Revisi)*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Wiraadiputri, P. A. 2012. Studi Perbandingan Konsentrasi Total Suspended Particulate (TSP) Di Dalam dan Di Luar Ruang Kelas (Studi Kasus: Sekolah Dasar Negeri Pondokcina 1 Depok). *Skripsi*. Depok: Teknik Lingkungan Universitas Indonesia.
- World Health Organization. 2006. *Air Quality Guidelines: Global Update 2005: Particulate Matter 10, Ozone, Nitrogen Dioxide, And Sulfur Dioxide*
- Yang, Q., Qiangqiang Y., Tongwen L., Huanfeng S., L. Zhang. 2017. *The relationships between PM_{2.5} and meteorological factors in China: Seasonal and regional variations*. School of Geodesy and Geomatics, Wuhan University, Wuhan Hubei, China.
- Zeng, X-W., Qian, Z., Vaughn, M. G., Nelson, E. J., Dharmage, S. C., Bowatte, G., Perret, J., Chen, D-H., Ma, H., Lin, S., de Foy, B., Hu, L-W., Yang, B-Y., Xu, S-L., Zhang, C., Tian, Y-P., Nian, M., Wang, J., Xiao, X., Bao, W-W., Zhang, Y-Z., and Dong, G-H. 2017. Positive Association Between Short-Term Ambient Air Pollution Exposure And Children Blood Pressure in China—Result From The Seven Northeast Cities (SNEC) Study. *Environmental Pollution*. 224 : 698-705.
- Zhang, Y., and W. Jiang. 2017. Pollution Characteristics and Influencing Factors of Atmospheric Particulate Matter (PM_{2.5}) in Chang-Zhu-Tan Area. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1-7.