



TUGAS AKHIR - RE 141581

PENGARUH AKTIVITAS PENGHUNI APARTEMEN TERHADAP KUALITAS UDARA DALAM RUANG APARTEMEN PADA PARAMETER $PM_{2.5}$ DAN PM_{10}

ALVIN CHRISTIANTA SEMBIRING
0321144000039

Dosen Pembimbing
Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST., MEPM.

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - RE 141581

**PENGARUH AKTIVITAS PENGHUNI
APARTEMEN TERHADAP KUALITAS UDARA
DALAM RUANG APARTEMEN PADA
PARAMETER $PM_{2.5}$ DAN PM_{10}**

**ALVIN CHRISTIANTA SEMBIRING
0321144000039**

Dosen Pembimbing
Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST., MEPM.

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan
Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT - RE 141581

INFUENCE OF APARTEMENTS ACTIVITY TO INDOOR AIR QUALITY OF $PM_{2.5}$ AND PM_{10}

ALVIN CHRISTIANTA SEMBIRING
0321144000039

SUPERVISOR
Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST., MEPM.

**DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL
ENGINEERING Faculty of Civil
Environment and Geoengineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**

**LEMBAR PENGESAHAN
PENGARUH AKTIVITAS PENGHUNI APARTEMEN
TERHADAP KUALITAS UDARA DALAM RUANG
APARTEMEN PADA PARAMETER PM_{2.5} DAN PM₁₀**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Kebumihan, dan Lingkungan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh

Alvin Christianta Sembiring
NRP. 0321144000039

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST., MEPM
NIP. 19620119200501 1 001



PENGARUH AKTIVITAS PENGHUNI APARTEMEN TERHADAP KUALITAS UDARA PARAMETER PM_{2,5} DAN PM₁₀ DALAM RUANG

Nama Mahasiswa : Alvin Christianta Sembiring
NRP : 0321144000039
Departemen : Teknik Lingkungan FTSLK ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST.,
MEPM.

ABSTRAK

Kualitas Udara di dalam ruang merupakan salah satu aspek penting untuk mengetahui evaluasi terhadap udara ruang. Dimana evaluasi didapatkan dari pengukuran langsung dan menggunakan metode sampling. Manusia abad ke-20 menghabiskan kehidupannya di gedung bertingkat. Sehingga apabila kualitas udara sangat buruk dapat menyebabkan siklus *Sick Building Syndrom* (SBS). SBS merupakan sindrom penyakit yang diakibatkan oleh kondisi gedung. Dampak yang diakibatkan oleh polutan udara yang buruk dapat mengakibatkan seseorang menjadi alergi yang selanjutnya menjadi pintu masuk bagi bakteri yang dapat berpotensi terjadinya infeksi. Sehingga tujuan dari penelitian ini mengetahui kondisi apartemen di surabaya. Hasil dari penelitian akan dibandingkan peraturan baku mutu yang berlaku di Indonesia.

Penelitian ini dilakukan di unit apartemen yang terletak di Surabaya. Penelitian ini menggunakan alat aerocet 531s dan juga kuisioner yang akan dibandingkan ke penghuni apartemen. Metode sampling ini yaitu dengan metode random sampling. Setelah mendapatkan sampling, alat dipasang di unit tersebut selama 24 jam tiap unit apartemen. Hasil dari konsentrasi partikulat akan dianalisis dengan kegiatan sehari-hari penghuni di dalam ruangan apartemen dan akan dijadikan variabel sehingga akan digunakan metode mengolah data

dengan model regresi linier berganda yang didapat dari program SPSS.

Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi $PM_{2.5}$ mempunyai nilai yang melebihi baku mutu sebesar 73 % sedangkan konsentrasi PM_{10} mempunyai nilai yang melebihi baku mutu sebesar 55 % sehingga dari hasil analisis ini menunjukkan bahwa PM dipengaruhi oleh aktivitas penghuni. Aktivitas penghuni yang berpengaruh secara signifikan berdasarkan uji statistik yaitu kelembaban, suhu, jumlah ac, jumlah *exhaust fan*, waktu membersihkan, waktu bukaan jendela, penggunaan ac, memasak, penggunaan kipas, perilaku merokok. Aktivitas yang tidak berpengaruh secara signifikan berdasarkan uji statistik yaitu jumlah kipas.

Kata kunci: *Indoor Air Quality, Sick Building Syndrom (SBS), Particulate Matter (PM), Regresi Linier Berganda*

INFUENCE OF APARTEMENTS ACTIVITY TO INDOOR AIR QUALITY OF PM_{2.5} AND PM₁₀

Nama Mahasiswa : Alvin Christianta Sembiring
NRP : 03211440000039
Departemen : Teknik Lingkungan FTSLK ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST.,
MEPM.

ABSTRAK

Air quality in a room is one of the important aspects to know the evaluation of room air. Where evaluation is obtained from direct measurement and using sampling method. The 20th century man spent his life in a storied building. So if the air quality is very bad it can cause the cycle of Sick Building Syndromes (SBS). SBS is a disease syndrome caused by building conditions. The impact caused by poor air pollutants can cause a person to become allergic which then becomes the entrance for bacteria that can potentially cause infection. So the purpose of this study to know the condition of the apartment in surabaya. The results of the study will be compared to the applicable quality standards in Indonesia.

This research was conducted in apartment units located in Surabaya. This study uses aerocet 531s tool and also a questionnaire that will be compared to apartment dwellers. This sampling method is by random sampling method. After getting sampling, the tool is installed in the unit for 24 hours. The result of particulate concentration will analisis with daily activities of occupants in the apartment room and will be used as a variabel that will be used method of processing data with multiple linear regression model obtained from SPSS program.

The results showed that PM_{2.5} concentration has a value exceeding the quality standard of 73% while the concentration of PM₁₀ has a value exceeding the standard quality of 55% so that the results of this analysis show that PM is influenced by occupant activity. Activity activities that have significant

influence on statistical test are humidity, temperature, ac number, *exhaust fan* number, cleaning time, window opening time, ac usage, cooking, fan usage, smoking behavior. Activities that did not significantly influence statistical test were fan number.

Kata kunci: *Indoor Air Quality, Sick Building Syndrom (SBS), Particulate Matter (PM), Regresi Linier Berganda*

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur atas kehadiran Tuhan YME yang telah memberikan kenikmatan, kemudahan, petunjuk serta karunia-Nya. Pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir di Departemen Teknik Lingkungan FTSLK ITS dengan Judul “**Pengaruh Aktivitas Penghuni Apartemen Terhadap Kualitas Udara Dalam Ruang Apartemen Pada Parameter PM_{2.5} dan PM₁₀**”.

Tidak lupa penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak memberikan kontribusi terhadap tugas akhir ini, diantaranya adalah

1. Bapak Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST., MEPM selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama penyusunan laporan tugas akhir.
2. Bapak Dr. Abdu Fadli Assomadi S.Si., MT., Bapak Dr.Ir. Rachmat Boedisantoso, MT., Bapak Arseto Yekti Bagastyo ST., MT, M.Phil, Ph.D selaku dosen pengarah.
3. Orang tua penulis dan saudara penulis, Satria Buana Sembiring, Ruttamalem Surbakti dan Sabrina Dwi Elvira Sembiring yang telah memberikan dukungan, materi dan doa yang tiada batas.
4. Teman-teman yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa penelitian tugas akhir ini masih belum sempurna. Saran dan kritik yang membangun di harapkan untuk mengembangkan penelitian ini.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
Daftar Gambar	xii
Daftar Tabel	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Ruang Lingkup	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Sick Building Syndrome</i> (SBS)	5
2.2 Pengertian Udara	6
2.3 Pencemaran Udara	7
2.3.1 Penyebab Pencemaran Udara.....	7
2.3.2 Sumber Pencemar Udara	8
2.4 Pencemaran Udara dalam Ruangan	9
2.5 Sumber Pencemar Udara dalam Ruang	11
2.6 Sumber Pencemar Parameter Penelitian	12
2.7 Pengaruh Parameter Penelitian Terhadap Kesehatan 14	
2.8 Upaya Penyehatan Parameter Penelitian.....	16
2.9 Pentingnya Baku Mutu Kualitas Udara Dalam Ruang 17	
2.11 Metode Sampling.....	18
2.12 Pengertian Regresi.....	20
2.13 Multi Regresi Linier	20

2.14 Uji Multikolinieritas	21
2.15 Aplikasi <i>Stastitic Product and Service Solution</i> (SPSS)	21
2.16 Alat Pemantau Kualitas Udara	22
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Umum.....	25
3.2 Kerangka Penelitian	25
3.3 Ide Penelitian	26
3.4 Studi Literatur	28
3.4 Pengumpulan Data	29
3.5 Tahapan Penelitian	29
3.5.1 Persiapan Penelitian	29
3.6 Analisis dan Pembahasan	33
3.6.1 Analisis Regresi Linier Berganda	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1. Identifikasi hasil pengukuran PM _{2.5} dan PM ₁₀ terhadap baku mutu	37
4.2. Faktor-faktor mempengaruhi polutan dalam ruang..	41
4.2.1 Penentuan Faktor – Faktor yang mempengaruhi konsentrasi PM _{2.5} dan PM ₁₀	44
4.2.2. Analisis Uji Pengaruh (F) pada Konsentrasi PM _{2.5} dan PM ₁₀	47
4.2.3. Analisis Uji Pengaruh Multikolinearitas (VIF) pada Konsentrasi PM _{2.5} dan PM ₁₀	48
4.2.4 Analisis Regresi Linier Bergada pada Konsentrasi PM _{2.5} dan PM ₁₀	49
4.3 Persebaran Konsentrasi PM _{2.5} dan PM ₁₀	54
 BAB V Kesimpulan dan Saran	 59

5.1. Kesimpulan.....	59
Daftar Pustaka	61
LAMPIRAN A	63
LAMPIRAN B	71
BIOGRAFI PENULIS.....	73

Daftar Gambar

Gambar 2. 1 <i>Particulate Matter</i> (PM)	13
Gambar 2. 2 Dampak pencemaran PM terhadap kesehatan	29
Gambar 2. 3 Aplikasi SPSS	22
Gambar 2. 4 Aerocet 531s	22
Gambar 3 1 Kerangka Penelitian	28
Gambar 3 2 Lokasi Titik Sampling	33
Gambar 3 3 Contoh hasil multi regresi linier	35
Gambar 4. 1 Kondisi Ruang Apartemen yang disampling.....	37
Gambar 4. 2 Contoh Aplikasi SPSS	44
Gambar 4. 3 Data Persebaran PM _{2.5}	56
Gambar 4. 4 Data Persebaran PM ₁₀	57

Daftar Tabel

Tabel 2. 1 Baku Mutu Fisik.....	17
Tabel 3. 1 Pengumpulan Data	29
Tabel 3. 2 Data Apartemen yang di sampling.....	32
Tabel 4. 1 Hasil perbandingan baku mutu PM _{2.5} terhadap setiap unit apartemen.....	38
Tabel 4. 2 Hasil perbandingan baku mutu PM ₁₀ terhadap setiap unit apartemen	40
Tabel 4. 3 Uji Statistik Parameter PM ₁₀	45
Tabel 4. 4 Uji Stastitik Parameter PM _{2.5}	46
Tabel 4. 5 Hasil uji F pada variabel Y1	48
Tabel 4. 6 Hasil Uji F pada variabel Y2.....	48
Tabel 4. 7 Hasil Uji Multikolinearitas (VIF)	49

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manusia abad ke-20 menghabiskan sebagian besar hidup mereka di dalam gedung. Kualitas lingkungan dalam ruangan ditentukan oleh thermal, akustik dan lingkungan bercahaya dan kualitas udara. Faktor tersebut memiliki hubungan penting dengan keberlangsungan masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Sejak abad ke-20, teknologi yang digunakan untuk mengontrol lingkungan dalam ruangan telah berkembang pesat, salah satunya *Air Conditioning* (AC) adalah contoh yang baik karena memiliki sirkulasi udara yang baik. Teknologi baru ini memberikan kemampuan untuk penghuni dalam menyesuaikan lingkungan dalam ruang. Para peneliti telah melakukan penelitian tentang thermal, akustik, dan lingkungan bercahaya dan kualitas udara secara terpisah.

Dampak dari adanya pencemar udara dalam ruang rumah terhadap kesehatan dapat terjadi baik secara langsung maupun tidak langsung. Gangguan kesehatan secara langsung di antara lain yaitu iritasi mata, iritasi hidung dan tenggorokan, serta sakit kepala, mual dan nyeri otot (*fatigue*), termasuk asma, hipersensitivitas pneumonia, flu dan penyakit–penyakit virus lainnya. Sedangkan gangguan kesehatan secara tidak langsung dampaknya dapat terjadi beberapa tahun kemudian antara lain penyakit paru, jantung, dan kanker, yang sulit diobati dan berakibat fatal.

Namun *Sick Building Syndrome* (SBS) semakin nyata, SBS merupakan sindrom penyakit yang diakibatkan oleh kondisi gedung dan gejala yang terjadi berdasarkan pengalaman para pemakai gedung selama mereka berada di dalam gedung tersebut. Dampak yang diakibatkan oleh polutan udara yang buruk dapat mengakibatkan seseorang menjadi alergi yang selanjutnya menjadi pintu masuk bagi bakteri yang dapat berpotensi terjadinya infeksi. Gangguan-

gangguan tidak spesifik tetapi khas yang diderita individu atau manusia selama berada di dalam gedung tertentu.

Bertahun-tahun *Particulate Matter* (PM) telah menjadi salah satu parameter yang paling penting dalam studi polusi udara karena dapat merugikan baik kesehatan maupun lingkungan. Aktivitas manusia di dalam gedung dapat menyebabkan kesehatan manusia yang menurun. PM yang terhirup oleh manusia memiliki efek buruk pada kesehatan manusia seperti asma, gangguan pernafasan, penyakit paru-paru, dan penyakit jantung. Menurut *World Health Organization (WHO)* bahwa 2 juta orang di dunia meninggal karena polusi udara dan 1,5 juta diantaranya karena polusi udara dalam ruangan.

Dua puluh tahun kebelakang penyakit infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) selalu menduduki peringkat pertama dari 10 penyakit terbanyak di Indonesia. Salah satu penyebabnya yaitu rendahnya kualitas udara dalam ruang baik secara biologis, kimia maupun fisik.

Sehingga perlu evaluasi pengaruh aktivitas penghuni apartemen. Para ahli psikolog menyimpulkan bahwa penyebab SBS bukan hanya satu faktor namun mempunyai beberapa faktor yang saling berkaitan. Sehingga faktor kualitas udara dan faktor lingkungan yang lain bisa menjadi pertimbangan untuk pengaruh kenyamanan dan kesejahteraan penghuni lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana evaluasi faktor kegiatan penghuni apartemen terhadap kualitas udara ruang?
2. Apakah perlu adanya evaluasi konsentrasi kualitas udara terutama *Particulate Matter* (PM) dan dengan baku mutu yang berlaku?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengevaluasi kandungan Partikulat pada unit apartemen terhadap baku mutu dalam ruang.

2. Mengevaluasi aktivitas penghuni yang akan mempengaruhi kualitas udara ruang terhadap parameter $PM_{2.5}$ dan PM_{10}

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini meliputi:

1. Penelitian ini dilakukan di unit apartemen yang berada di Surabaya.
2. Penelitian mengambil 40 data unit apartemen berdasarkan metode *random sampling*;
3. Parameter yang digunakan yaitu *Particulate Matter* ($PM_{2.5}$, dan PM_{10}),
4. Variabel kuisisioner dalam pengukuran yaitu : Suhu, kelembaban, jumlah dan penggunaan *Air Conditioner*, jumlah furniture, periode waktu masak dan membersihkan ruangan, jumlah kamar;
5. Pengambilan sampel menggunakan alat aerocet 531s;
6. Waktu penelitian selama 5 bulan (5 Desember 2017 – 18 April 2018);
7. Sampling yang dilakukan satu unit apartemen dengan waktu pengukuran selama 24 jam;
8. Sampling dilakukan di dalam unit apartemen

1.5 Manfaat

Manfaat dari perencanaan ini adalah

1. Mengetahui tingkat nilai kandungan pencemaran gas *Particulate Matter* (PM) dalam unit apartemen
2. Mendapatkan hasil *Particulate Matter* (PM) yang akan dijadikan evaluasi dan bisa dijadikan standart baku mutu kualitas udara di apartemen.
3. Mendapatkan hubungan antara *Particulate Matter* (PM) terhadap aktivitas penghuni di dalam ruangan apartemen

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Sick Building Syndrome (SBS)*

Sick Building Syndrome (SBS) menurut Laila (2008), yaitu sindrom penyakit yang diakibatkan oleh kondisi gedung. SBS merupakan kumpulan gejala-gejala dari suatu penyakit. Definisi SBS adalah gejala yang terjadi berdasarkan pengalaman para pemakai gedung selama mereka berada di dalam gedung tersebut. SBS menurut Bin Cao (2011), merupakan suatu kumpulan gejala yang diderita oleh pekerja suatu perkantoran, laboratorium, supermarket dan bangunan lainnya menurut Ridho (2009), beberapa bentuk penyakit yang terdapat di dalam ruang yang berhubungan dengan SBS , misalnya:

- Iritasi mata, hidung, dan tenggorokan
- Kulit dan lapisan lender yang kering
- Erythema
- Kelelahan mental, sakit kepala
- Infeksi saluran pernafasan, batuk
- Bersin-bersin
- Reaksi sensitivitas yang sangat tinggi

Beberapa penelitian menemukan adanya fungi dan bakteri sebagai salah satu penyebab terjadinya kejadian *sick building syndrome* selain adanya beberapa bahan kimia atau bahan toksik di dalam ruang. Beberapa mikroorganisme bahkan ditemukan dalam konsentrasi yang tinggi dalam cooling coils sistem *air conditioning*, filter dan sistem humidifiers dalam saluran suplai udara sistem *air conditioning* (AC).

Hasil 450 penelitian mengenai bangunan dan gedung yang bermasalah yang telah dilaksanakan oleh NIOSH (*National Institute of Occupational safety and Health*) ditemukan bahwa 52% kejadian *sick building syndrome* diakibatkan oleh ventilasi yang tidak memenuhi syarat, 17 % akibat adanya kontaminasi di dalam gedung, 11% kontaminasi

berasal dari luar gedung, 5% karena bahan dan material dari gedung tersebut dan 12% karena sebab yang belum diketahui.

2.2 Pengertian Udara

Udara sebagai salah satu komponen lingkungan merupakan kebutuhan yang paling utama untuk mempertahankan kehidupan. Metabolisme dalam tubuh makhluk hidup tidak mungkin dapat berlangsung tanpa oksigen yang berasal dari udara. Selain oksigen terdapat zat-zat lain yang terkandung di dalam udara, yaitu karbon monoksida, karbon dioksida, formaldehid, jamur, virus, dan sebagainya. Zat-zat tersebut jika masih berada di dalam batas-batas tertentu masih dapat dinetralisir, tetapi jika sudah melampaui ambang batas maka proses netralisir akan terganggu. Peningkatan konsentrasi zat-zat di dalam udara tersebut dapat disebabkan oleh aktivitas manusia. (Sastrawijaya,1991).

Udara menurut Oktora (2008), adalah kumpulan gas, yang terbanyak adalah nitrogen dan oksigen. Oksigen sangat penting untuk mendukung kehidupan makhluk hidup dan memungkinkan terjadinya pembakaran bahan bakar. Komposisi udara bersih sangat bervariasi dari satu tempat dengan tempat yang lain di seluruh dunia. Rata-rata persentase (per volume) gas dalam udara bersih dan kering yaitu nitrogen 78%, oksigen 20,8%, argon 0,9%, karbondioksida 0,03% dan gas lainnya 0,27%.

Udara merupakan campuran dari beberapa gas dengan perbandingan yang tidak tetap. Hal tersebut disebabkan beberapa faktor yaitu kondisi suhu udara, tekanan udara dan lingkungan sekitarnya. Udara juga merupakan atmosfer yang berada di sekeliling bumi yang dibutuhkan oleh proses kehidupan di bumi. Dalam udara terdapat oksigen (O_2) untuk makhluk hidup bernafas, karbondioksida (CO_2) untuk proses fotosintesa oleh klorofil pada tumbuhan dan ozon (O_3) yang berfungsi menahan sinar ultraviolet (Wardhana, 2004).

Udara Ambien adalah udara bebas di permukaan bumi pada lapisan atmosfer yang berada di dalam wilayah yuridiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup

lainnya. (Peraturan Gubernur DIY Nomor 8 tahun 2010 tentang program Langit Biru Tahun 2009-2013).

2.3 Pencemaran Udara

Pencemaran udara atau polusi udara adalah masuknya, atau tercampurnya unsur-unsur berbahaya ke dalam atmosfer yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan, gangguan kesehatan manusia secara umum serta menurunkan kualitas lingkungan. Pencemaran udara dapat terjadi dimana-mana, misalnya di dalam rumah, sekolah, dan kantor. Pencemaran ini sering disebut pencemaran dalam ruangan (Agung, 2005).

Pencemaran udara merupakan hadirnya satu atau beberapa kontaminan di dalam udara atmosfer di luar seperti debu, busa, gas, kabut, bau-bauan, asap atau uap dalam jumlah yang banyak dengan berbagai sifat dan selang waktu berlangsungnya kontaminan di udara tersebut sehingga menimbulkan gangguan-gangguan terhadap kehidupan manusia, tumbuhan ataupun hewan (Kristanto, 2009).

Pencemaran udara adalah masuknya komponen lain ke dalam udara, baik oleh kegiatan manusia secara langsung atau tidak langsung akibat proses alam sehingga kualitas udara menurun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak bisa berfungsi lagi sesuai peruntukannya (Chandra, 2006).

Menurut Wardhana (2007), Keberadaan partikel debu di udara dalam kadar yang berlebih mengakibatkan pencemaran udara. Pencemaran udara adalah terdapatnya bahan, zat atau komponen lain di dalam udara.

2.3.1 Penyebab Pencemaran Udara

Menurut Sugiarti (2009), secara umum penyebab terjadinya pencemaran udara terdapat 2 macam, yaitu :

- a. Faktor internal (faktor alamiah), misalnya :
 1. Debu di udara karena tiupan angin
 2. Debu akibat bencana alam seperti meletusnya gunung berapi

3. Proses pembusukan sampah organik
- b. Faktor eksternal (aktivitas manusia), misalnya :
 1. Hasil pembakaran bahan bakar fosil
 2. Debu dari kegiatan industri
 3. Pemakaian zat kimia yang disemprotkan ke udara

2.3.2 Sumber Pencemar Udara

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah, yang termasuk sumber pencemar adalah setiap usaha dan/atau kegiatan yang mengeluarkan bahan pencemar ke udara yang menyebabkan udara tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Sumber pencemar udara terbagi atas beberapa kategori antara lain:

Berdasarkan sumbernya yang terdiri atas :

- Sumber Alami: Sumber pencemar berasal dari aktivitas alami misalnya emisi vulkanik (di daerah pegunungan) dan di daerah pantai dengan banyaknya rawa dan hutan bakau yang dapat menghasilkan konsentrasi gas metana yang tinggi.
- Sumber Antropogenik: Sumber pencemar berasal dari kegiatan manusia. Misalnya kendaraan bermotor dan industri.

Berdasarkan pencemarnya terdiri atas:

- Pencemar Spesifik: Pencemar yang berasal dari sumber spesifik di suatu tempat tertentu. Misalnya: debu atau partikulat dari industri semen dan amonia dari industri pupuk.
- Pencemar Indikatorik: pencemar bersifat umum dan ditemukan hampir di semua tempat. Misalnya: CO, Oksida Nitrogen dan *Total Suspended Particulate*.

Berdasarkan keadaan sumber pencemarnya yang terdiri atas:

- Sumber Tetap (*Stationary Sources*) yaitu sumber pencemar yang tidak berpindah lokasi. Misalnya: pembangkit listrik, pemukiman, dan industri.
- Sumber Bergerak (*Mobile Sources*) yaitu sumber pencemar dapat berpindah tempat. Misalnya: kendaraan bermotor, kereta api dan pesawat terbang.

Berdasarkan distribusi ruangnya yang terdiri atas:

- Sumber Titik (*Point Sources*) yaitu sumber pencemar yang berada di tempat tertentu. Misalnya: industri.
- Sumber Garis (*Line Sources*) yaitu sumber pencemar yang dapat berpindah tempat sehingga terdistribusi pada jarak tertentu. Misalnya: kendaraan bermotor.
- Sumber Area (*Area Sources*) yaitu sumber pencemar dimana sumber pencemar terdistribusi dalam area tertentu. Misalnya: kebakaran hutan.

Berdasarkan pembentukan pencemarnya yang terdiri atas:

- Pencemar Utama yaitu adalah pencemar udara yang komposisinya tidak mengalami perubahan dalam atmosfer, baik secara kimiawi maupun fisik dalam jangka waktu tertentu. Misalnya: CO, CO₂, dan CH₄.
- Pencemar Sekunder yaitu pencemar yang terbentuk di atmosfer sebagai hasil reaksi-reaksi atmosferik. Misalnya: hidrolisis, reaksi fotokimia dan oksidasi.

2.4 Pencemaran Udara dalam Ruangan

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1077 Tahun 2011 yaitu pencemaran udara dalam ruangan (*Indoor Air Pollution*) adalah keadaan adanya satu atau lebih polutan dalam ruangan rumah yang karena konsentrasinya dapat berisiko menimbulkan gangguan kesehatan penghuni rumah. Polutan merupakan senyawa atau unsur yang bisa mengakibatkan polusi.

Udara dapat dikelompokkan menjadi udara luar ruangan dan udara dalam ruangan. Kualitas udara dalam ruangan sangat mempengaruhi manusia, karena hampir 90% hidup manusia berada dalam ruangan. Sebanyak 400

sampai 500 juta orang khususnya di negara yang sedang berkembang sedang berhadapan dengan masalah polusi udara dalam ruangan. Di Amerika, isu polusi udara dalam ruang ini mencuat ketika EPA pada tahun 1989 mengumumkan studi polusi udara dalam ruangan lebih berat daripada di luar ruangan. Polusi jenis ini bahkan bisa menurunkan produktivitas kerja hingga senilai US \$10 milyar.

- Dampak Pencemaran Ruangan Udara

Dampak dari adanya pencemar udara dalam ruang rumah terhadap kesehatan dapat terjadi baik secara langsung maupun tidak langsung. Gangguan kesehatan secara langsung dapat terjadi setelah terpajan, antara lain yaitu iritasi mata, iritasi hidung dan tenggorokan, serta sakit kepala, mual dan nyeri otot, termasuk asma, hipersensivitas pneumonia, flu dan penyakit-penyakit virus lainnya. Sedangkan gangguan kesehatan secara tidak langsung dampaknya dapat terjadi beberapa tahun kemudian setelah terpajan, antara lain penyakit paru, jantung dan kanker, yang sulit diobati dan berakibat fatal (USEPA, 2007).

- Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Udara di Dalam Ruang

Menurut Laila (2008), Kualitas udara di dalam ruang rumah dipengaruhi oleh sumber-sumber luar ruangan, situasi ruangan dapat menjadi tercemar berat oleh unsur biologi. Ruang yang dibangun dengan adanya bioerasi dapat mengakibatkan 2 proses utama, yaitu :

1. Material akan mengalir dan menumpuk di dalam ruangan.
2. Pertumbuhan nyata pada substrat interior.

Material yang mengalir dan menumpuk di dalam ruangan termasuk partikulat seperti skin scales binatang dan manusia, bakteri dan dermatophyte teralirkan dari permukaan yang subur, serangga dan *arachnid fragments*. Jamur *mycotoxin* dapat bertambah banyak di dalam ruangan dari pertumbuhan mikroorganisme di permukaan interior. Faktor yang pasti dari semua jenis pencemaran ruangan adalah

kelembaban. Pada kasus yang sama, kelembaban relatif tinggi antara 25%-75% langsung mempengaruhi tingkat spora jamur, dan terjadi pula kemungkinan peningkatan pertumbuhan pada permukaan penyerapan air. *Skin Scaler* (seperti *fabrice*, *leathers*, dan *wood materials*) menyerap air dari udara untuk membentuk pertumbuhan jamur. Terjadinya kebocoran di suatu atap atau pipa air meskipun kecil dapat membantu pertumbuhan jamur yang berlebihan, disamping itu keberadaan tandon air, bak air di kamar mandi dapat menjadi sumber kelembaban.

Menurut Corie (2005) berbagai faktor mempengaruhi udara ruang antara lain, bahan bangunan (misal; asbes), struktur bangunan (misal; ventilasi), bahan pelapis untuk furniture serta interior (pada pelarut organiknya), kepadatan hunian, kualitas udara luar, radiasi dari radon, formaldehid, debu, dan juga kelembaban yang berlebihan. Selain itu, kualitas udara juga dipengaruhi oleh kegiatan dalam rumah seperti dalam hal penggunaan energi tidak ramah lingkungan, penggunaan sumber energi yang relatif murah seperti batubara dan biomassa (kayu, kotoran kering dari hewan ternak, residu pertanian), perilaku merokok dalam rumah, penggunaan kosmetika berlebih. Bahan-bahan kimia tersebut dapat mengeluarkan polutan yang dapat bertahan dalam rumah untuk jangka waktu yang cukup lama.

2.5 Sumber Pencemar Udara dalam Ruang

Menurut Coria (2005) dari 89 karyawan, yang merasakan gangguan akibat asap sebesar 31.46% dan karyawan yang merasakan gangguan akibat bau-bauan yang tidak sedap yaitu sebesar 69.66%. Gangguan akibat asap yang dirasakan karyawan berasal dari asap rokok, sedangkan gangguan bau yang dirasakan karyawan berasal dari bau tempat sampah, bau minyak wangi dan pengharum ruangan terlalu menyengat.

Aditama (2002), menyatakan bahwa pencemaran udara dapat berasal dari dalam gedung dengan sumber

pencemaran diantaranya : aktivitas dalam ruangan, frekuensi keluar masuk ruangan yang tinggi sehingga memungkinkan masuknya polutan dari luar kedalam ruangan, penggunaan pengharum ruangan, asap rokok, penggunaan petisida dan pembersih ruangan, mesin fotokopi, sirkulasi udara yang kurang lancar, suhu dan kelembaban udara yang tidak nyaman.

Menurut Laila (2008) Sumber penyebab polusi udara dalam ruangan antara lain yang berhubungan dengan bangunan itu sendiri, perlengkapan dalam bangunan (AC, Sofa dan sebagainya), kondisi bangunan, suhu, dan kelembaban, pertukaran udara, dan hal-hal yang berhubungan dengan perilaku orang-orang yang berada di dalam ruangan, misalnya merokok.

Sumber polusi udara dalam ruang dapat berasal dari bahan-bahan sintetis dan beberapa bahan alamiah yang digunakan untuk busa, pelapis dinding, dan perabot rumah tangga juga berasal dari produk konsumsi.

2.6 Sumber Pencemar Parameter Penelitian

- *Particulate Matter* (PM)

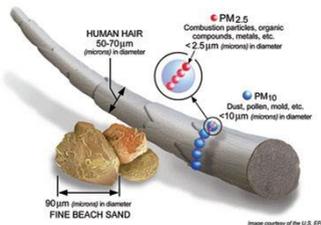
Partikulat terdapat di udara ambien baik *indoor* maupun *outdoor*. Konsentrasi partikulat *indoor* berasal dari sumber di *outdoor* dan emisi langsung ke udara atau sebagai konversi dari gas *precursor* (seperti sulfur dioksida, oksida nitrogen, ammonia, dan non-methane *volatile organic compounds*) yang dilepaskan dari sumber alami dan antropogenik. Sumber antropogenik yang dimaksud termasuk proses pengecatan (Lazaridis *et al.*, 2015).

PM adalah Partikel debu dalam emisi gas buang dari bermacam-macam komponen. Bukan hanya berbentuk padatan tapi juga berbentuk cairan yang mengendap dalam partikel debu. Pada proses pembakaran debu terbentuk dari pemecahan unsur hidrokarbon dan proses oksidasi setelahnya. Dalam debu tersebut terkandung debu sendiri dan beberapa kandungan metal oksida.

Particulate Matter merupakan suatu campuran kompleks dari partikel padat dan cair sangat kecil yang ditemukan di udara. Partikel merupakan salah satu pencemar yang sering dijadikan sebagai salah satu indikator pencemaran udara untuk menunjukkan tingkat bahaya dalam lingkungan di dalam ruang (*indoor*) maupun di luar ruang (*outdoor*) terhadap kesehatan dan keselamatan kerja (Putri, 2012).

Partikel memiliki beberapa variasi ukuran dan tersusun dari banyak material serta unsur kimia. Salah satu partikel yang dapat masuk ke dalam saluran pernapasan adalah $PM_{2.5}$. Berdasarkan ukurannya partikel dibedakan menjadi dua kategori, yaitu partikel dibedakan menjadi dua kategori, yaitu partikulat kurang dari sama dengan 10 mikron dan partikel kurang dari sama dengan 2.5 mikron (EPA, 2014).

Janssen (2011), memaparkan bahwa *particulate matter* (PM) adalah campuran heterogen bervariasi dalam sifat fisika kimia tergantung pada kondisi meteorologi dan sumber emisi. Standar kualitas udara saat ini untuk PM menggunakan konsentrasi massa PM. PM dengan diameter aerodinamis $\leq 10\mu m$ (PM_{10}) atau $\leq 2.5\mu m$ ($PM_{2.5}$) sebagai metrik, yang didukung oleh studi kesehatan menunjukkan asosiasi yang kuat antara konsentrasi massa ambien PM dan beragam efek yang merugikan kesehatan.



Gambar 2.1 *Particulate Matter* (PM)

Sumber : EPA, 2013

Menurut Vivi (2015), Partikulat merupakan partikel udara dalam wujud padat yang sangat kecil. Partikel tersebut

akan berada di udara untuk waktu yang relatif lama dalam keadaan melayang-layang dan masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pernafasan sehingga dapat menyebabkan gangguan kesehatan. Unsur-unsur kimia yang teridentifikasi dari *Particulate Matter* (PM) adalah unsur Br, Mn, Al, I, V, Cl, Na, Pb, Hg, dan *Black Carbon* (BC).

Menurut Roberts et al.,(2010), *particulate matter* (PM) adalah campuran kompleks partikel kecil dan cairan di udara. Paparan polusi terkait dengan berbagai masalah kesehatan termasuk gangguan fungsi paru-paru, brokintis kronis, dan asma serta dikaitkan dengan adanya pengaruh serangan jantung pada orang yang telah memiliki penyakit jantung. Selain itu polusi PM adalah penyebab utama penurunan visibilitas dan memberikan kontribusi terjadinya hujan asam

Partikulat dapat dihasilkan dari debu tanah kering yang terbawa oleh angin seperti proses vulkanis yang berasal dari letusan gunung berapi. Partikulat juga dihasilkan dari pembakaran yang tidak sempurna dari bahan bakar yang mengandung senyawa karbon murni atau bercampur dengan gas-gas organik, seperti halnya penggunaan mesin diesel yang tidak terpelihara dengan baik dan pembakaran batu bara yang tidak sempurna sehingga terbentuk aerosol kompleks dari butiran-butiran tar. Jika dibandingkan dengan pembakaraan batu bara, pembakaran minyak dan gas pada umumnya menghasilkan partikulat dalam jumlah yang lebih sedikit. Kegiatan-kegiatan seperti konstruksi, penghancuran bangunan, dan jalan yang belum diaspal, akan membentuk partikulat.

2.7 Pengaruh Parameter Penelitian Terhadap Kesehatan

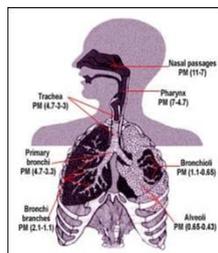
- **Pengaruh PM Terhadap Kesehatan**

Keluhan tentang kualitas didalam ruang merupakan faktor utama yang mendorong kepedulian pada kualitas udara di dalam ruang. Berbagai gejala atau keluhan mengenai kesehatan muncul seperti mengeluarkan air hidung bila berada dalam ruangan, pusing-pusing atau mual, dan sebagainya.

Penemuan sejumlah zat pencemar dalam ruang yang diketahui dan diperkirakan (pada batas yang cukup) dapat meningkatkan ketidaknyaman, ketidakberfungsian, timbulnya penyakit bahkan kematian. Bukti yang nyata pada kesehatan menunjukkan terjadinya penyakit pernafasan, alergi, iritasi membran mukus, kanker paru, dapat disebabkan oleh pencemar di dalam ruang. (Samet dan Spengler,2013).

Salah satu jenis pencemar udara yang memberikan dampak yang besar terhadap kesehatan manusia adalah PM karena bersifat respirable yang memicu terjadinya gangguan pernafasan yaitu Infeksi Saluran Pernapasan Akut seperti Gambar 2.2. (Pujiastuti, 2013). Selain itu ada beberapa efek kesehatan yang disebabkan oleh PM meliputi:

1. Efek toksik oleh penyerapan bahan beracun ke dalam darah (misalnya timah, kadmium, seng);
2. Efek alergi atau hipersensitivitas (misalnya beberapa hutan, biji-bijian tepung, bahan kimia);
3. Infeksi bakteri dan jamur (dari organisme hidup);
4. Fibrosis (misalnya asbestos, kuarsa);
5. Kanker (misalnya asbestos, kromat);
6. Iritasi selaput lendir (misalnya asam dan basa); dan
7. Peningkatan gejala pernafasan, kejengkelan asma dan kematian dini. Risiko tertinggi untuk kelompok sensitif seperti orang tua dan anak-anak



Gambar 2.2 Dampak pencemaran PM terhadap kesehatan manusia
Sumber EPA (2013)

2.8 Upaya Penyehatan Parameter Penelitian

Upaya penyehatan yang dapat dilakukan untuk mengendalikan konsentrasi PM antara lain :

1. Rumah dibersihkan dari debu setiap hari dengan kain pel basah atau alat penyedot debu
2. Memasang penangkap debu (*electro precipitator*) pada ventilasi rumah dan dibersihkan secara berkala
3. Menanam tanaman di sekeliling rumah untuk mengurangi masuknya debu ke dalam rumah
4. Ventilasi dapur mempunyai bukaan sekurang-kurangnya 40% dari luas lantai, dengan sistem silang sehingga terjadi aliran udara, atau menggunakan teknologi tepat guna untuk menangkap asap dan zat pencemar udara.

Pada kenyataan, lingkungan yang bebas pencemar tidak dapat tercapai. Pencapaian kualitas udara dalam ruang secara optimum harus diusahakan. Usaha ini dapat dilakukan dengan pendekatan yang terintegrasi untuk memisahkan dan mengendalikan pencemar, berdasarkan pengendalian sumber pencemar, penyaringan, penutupan sumber pencemar, ventilasi yang cukup.

Usaha ini digunakan untuk membedakan antara pengendalian pencemar yang tidak dapat dihindari keberadaannya (*unavoidable pollutants*) dan pengendalian bagi pencemar yang dapat dihindarkan keberadaannya (*avoidable pollutants*). Penyediaan ventilasi adalah tindakan yang efektif untuk menghadapi unavoidable pollutants tetapi pengendalian sumber pencemar adalah yang paling tepat.

Ada berbagai cara dan usaha yang dapat dilakukan untuk menjaga agar udara dalam ruang tidak menjadi panas. Diantaranya adalah dengan perletakan ruang yang besar, sehingga ruang-ruang yang ditempati manusia dalam waktu yang lama, tidak terpapar sinar matahari langsung, rancangan ruang atau desain ruang, termasuk perletakan dan pemilihan bangunan untuk pintu, jendela dan ventilasi dari ruang-ruang, ikut menentukan adanya kualitas udara yang baik dalam ruang, dengan rancangan ruang yang benar, aliran udara segar dalam ruang dapat berlangsung lancar secara alami.

2.9 Pentingnya Baku Mutu Kualitas Udara Dalam Ruang

Kualitas udara dalam ruang yang baik didefinisikan sebagai udara bebas pencemar penyebab iritasi, ketidaknyamanan atau terganggunya kesehatan penghuni. Suhu udara ambien dan kelembaban relatif juga mempengaruhi kenyamanan dan kesehatan.

Sebagaimana telah diuraikan, Pencemar ada yang bersifat racun (toksik). Sifat racun dan derajat keracunan pencemar adalah soal kuantitas dan kualitas sesuatu zat pencemar. Namun untuk suatu zat pencemar tertentu, toksik tidaknya suatu zat pencemar tergantung pada kadar zat pencemar tersebut. Kenyamanan suatu ruangan ditentukan oleh konsentrasi pencemar udara dalam ruang juga tergantung pada kebisingan, suhu dan kelembaban, bau serta penataan segala suatu yang terdapat dalam ruang. Sehingga penelitian ini menggunakan peraturan yang utama yang berlaku di Indonesia sekarang yaitu Peraturan Menteri Kesehatan (PMK) No. 1077 tahun 2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah, maka berikut adalah baku mutu yang dapat digunakan antara lain sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Baku Mutu Fisik

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar yang dipersyaratkan
1	Suhu	°C	18-30
2	Pencahayaan	Lux	minimal 60
3	Kelembaban	%Rh	40-60
4	Laju Ventilasi	m/dtk	0.15-0.25
5	PM _{2.5}	µg/m ³	35 dalam 24 jam
6	PM ₁₀	µg/m ³	< 70 dalam 24 jam

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1077 Tahun 2011

Penulis menggunakan peraturan yang sesuai dengan lokasi penelitian yang berada di Indonesia yaitu PMK No. 1077

tahun 2011 tentang pedoman penyehatan udara dalam ruang rumah.

2.10 Konsep Perancangan Udara

Menurut Liddament (1996) ruang harus dapat memwadahi aktifitas pengguna ruang. Persyaratan agar manusia yang bekerja dapat tinggal dalam ruang merasa nyaman, adalah sebagai berikut :

1. Kenyamanan udara dalam ruang, diperlukan kualitas udara yang memenuhi persyaratan udara bersih untuk dihisap oleh manusia.
2. Kenyamanan panas dalam ruang dimana manusia tidak merasa suhu udara terlalu panas atau terlalu dingin. Bila udara terlalu panas, maka kualitas udara akan terpengaruh.
3. Kenyamanan tingkat kebisingan, dimana manusia merasa tidak terganggu oleh kebisingan.
4. Kenyamanan karena tidak terganggu oleh manusia atau aktifitas yang lain. Ruang yang terlalu padat dapat mengurangi kualitas udara dalam ruang karena panas yang dihasilkan dari metabolisme manusia yang berada dalam ruang.

2.11 Metode Sampling

Menurut Sumadi (2012) Teknik sampling merupakan teknik pengambilan sampel yang secara umum terbagi dua yaitu *probability* sampling dan *non probability* sampling.

Dalam pengambilan sampel cara probabilitas besarnya peluang atau probabilitas elemen populasi untuk terpilih sebagai subjek diketahui. Sedangkan dalam pengambilan sampel dengan cara *nonprobability* besarnya peluang elemen untuk ditentukan sebagai sampel tidak diketahui. Desain pengambilan sampel dengan cara probabilitas jika representasi sampel adalah penting dalam rangka generalisasi lebih luas. Bila waktu atau faktor lainnya, dan masalah generalisasi tidak diperlukan, maka cara *non probability* biasanya yang digunakan.

A. Probability Sampling

Probability sampling adalah teknik pengambilan sampel yang memberikan peluang yang sama kepada setiap anggota populasi untuk menjadi sampel. Teknik ini meliputi simple random sampling, sistematis sampling, proportionate stratified random sampling, *disproportionate* stratified random sampling, dan *cluster* sampling.

1. Simple random sampling

Teknik adalah teknik yang paling sederhana (*simple*). Sampel diambil secara acak, tanpa memperhatikan tingkatan yang ada dalam populasi.

2. Proportionate Stratified Random Sampling

Teknik ini hampir sama dengan simple random sampling namun penentuan sampelnya memperhatikan strata (tingkatan) yang ada dalam populasi.

Teknik ini umumnya digunakan pada populasi yang diteliti adalah heterogen (tidak sejenis) yang dalam hal ini berbeda dalam hal bidang kerja sehingga besaran sampel pada masing-masing strata atau kelompok diambil secara proporsional.

3. Disproportionate Stratified Random Sampling

Disproportional stratified random sampling adalah teknik yang hampir mirip dengan proportionate stratified random sampling dalam hal heterogenitas populasi. Namun, ketidakproporsionalan penentuan sampel didasarkan pada pertimbangan jika anggota populasi berstrata namun kurang proporsional pembagiannya.

4. Cluster Sampling

Cluster sampling atau sampling area digunakan jika sumber data atau populasi sangat luas misalnya penduduk suatu propinsi, kabupaten, atau karyawan perusahaan yang tersebar di seluruh provinsi. Untuk menentukan mana yang dijadikan sampelnya, maka wilayah populasi terlebih dahulu ditetapkan secara random, dan menentukan jumlah sample yang digunakan pada masing-masing daerah tersebut dengan menggunakan teknik proporsional stratified random sampling mengingat jumlahnya yang bisa saja berbeda.

B. Non Probability Sampel

Non probability artinya setiap anggota populasi tidak memiliki kesempatan atau peluang yang sama sebagai sampel. Teknik-teknik yang termasuk ke dalam *non probability* ini antara lain : sampling sistematis, sampling kuota, sampling insidental, sampling *purposive*, sampling jenuh, dan *snowball* sampling.

2.12 Pengertian Regresi

Menurut Sugiyono (2002) regresi adalah membicarakan bentuk hubungan atau fungsi antara dua variabel atau lebih. Perlu ditekankan bahwa dalam bentuk hubungan tersebut terdapat sebuah variabel tak bebas Y, dengan sekurang-kurangnya sebuah variabel bebas X. Untuk mendapatkan bentuk hubungan yang sesuai antara variabel bebas X dengan variabel tak bebas Y maka kedua variabel tersebut harus dinyatakan dalam nilai yang terukur atau kuantitatif sekurang-kurangnya dengan skala interval. analisis ini digunakan oleh peneliti bila peneliti bermaksud meramalkan bagaimana keadaan naik turunnya variabel dependen, bila ada satu variabel independen sebagai prediktor dimanipulasi.

2.13 Multi Regresi Linier

Multiple Linear Regression Analisis adalah salah satu Teknik multivariat yang digunakan untuk mengestimasi hubungan antara satu variabel dependen matrik dengan untuk mengestimasi hubungan antara satu variabel dependen matrik dengan satu himpunan variabel independen matrik atau tidak matrik. Dengan analisis regresi majemuk peneliti dapat memprediksi rata-rata satu variabel dependen berdasarkan dua atau lebih variabel independen. Analisis regresi akan menghasilkan sebuah persamaan/model regresi. Berikut contoh model dasar dari Teknik analisis regresi majemuk adalah sebagai berikut :

$$Y = AX_1 + BX_2 + CX_3 + DX_4 + E$$

Dengan:

Y = Prediksi nilai variabel dependen

A = Bobot (koefisien) untuk variabel independen ke-i

X= Variabel independen ke-i

2.14 Uji Multikolinieritas

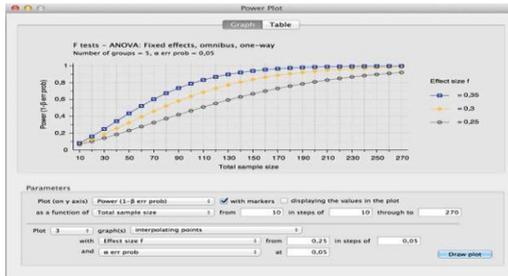
Uji ini digunakan supaya mengetahui apakah model regresi ditemukan adanya korelasi antar variabel independent. Model regresi yang baik seharusnya tidak terjadi korelasi antar variabel antar variabel dependen. Multikolinieritas dilihat dari nilai VIF (*Variance-Inflating-Faktor*), jika nilai VIF < 10 maka dapat dikatakan bebas multikolonieritas atau tingkat korelasi dapat ditoleransi (Pratiwi dan Ihsannudin, 2016). Multikolinieritas timbul sebagai akibat adanya hubungan antara dua variabel bebas atau lebih bersama-sama dipengaruhi oleh variabel ketiga yang berada diluar model. Melihat hasil VIF dari hasil analisis regresi pengujian ini dilakukan dengan mengukur korelasi antar variabel independent. Variabel-variabel independent terbukti berkorelasi secara kuat, maka dapat dinyatakan bahwa terdapat multikolearinitas pada variabel-variabel tersebut, jika VIF kurang dari 10 maka tidak terkena multikolonieritas (Sarjono, 2011).

2.15 Aplikasi *Stastitic Product and Service Solution* (SPSS)

SPSS adalah sebuah program aplikasi yang memiliki kemampuan analisis stastitik cukup tinggi serta sistem manajemen data pada lingkungan grafis dengan menggunakan menu deskriptif dan kotak-kotak dialog yang sederhana sehingga mudah untuk dipahami cara pengoperasiannya. Beberapa aktivitas dapat dilakukan dengan mudah dengan menggunakan pointing dan *clicking mouse*.

SPSS dapat membaca berbagai jenis data atau memasukkan data secara langsung ke dalam SPSS data editor. Bagaimanapun struktur dari file data mentahnya, maka data dalam editor SPSS harus dibentuk dalam bentuk baris (*cases*) dan kolom (*variables*). *Case* berisi informasi untuk satu unit analisis, sedangkan variabel adalah informasi

yang dikumpulkan dari masing masing kasus. Berikut contoh aplikasi SPSS yang terdapat di di 2.3.



Gambar 2. 3 Aplikasi SPSS

2.16 Alat Pemantau Kualitas Udara

Alat yang digunakan mengenai AEROCET 531s' Particle Mass Profiler & Counter. Alat tersebut sudah terkalibrasi berdasarkan metode industri yang berlaku menggunakan peralatan, prosedur, dan standar sesuai *National Institute of Standarts and Technology (NIST)*, *American Standart Testing and Material (ASTM)*, dan *Japanese Industrial Standarts (JIS)*. Gambar dapat dilihat di Gambar 2.4 .



Gambar 2. 4 Aerocet 531s

Penggunaan alat ini dengan cara menggunakan operasi genggam, Alat ini dapat sangat akurat dan dapat

memonitor partikulat dari empat rentang massa dan *total suspended particulate* (PM_{2.5}, PM₁₀, dan TSP) kemudian alat ini dapat memonitor data tersebut dalam satu menit kemudian berhenti selama 9 menit.

Pengoperasian alat ini dengan menggunakan dua tombol panel di depan yang disertai dengan roda gulir multifungsi untuk membuat pengoperasian yang mudah dan efisien. Pengukuran dilakukan sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Nomer 1077 Tahun 2011 yang dilakukan selama 24 Jam untuk setiap unit apartemen.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian mempunyai tujuan untuk memudahkan peneliti dalam melakukan studi berdasarkan prosedur yang digunakan. Berikut adalah prosedur yang digunakan dalam prosedur penelitian ini.

3.1 Umum

Penelitian lapangan dilakukan di Surabaya. Bangunan yang di target yaitu apartemen. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui kadar udara di dalam ruang parameter *Particulate Matter* (PM) sehingga nantinya akan mempunyai analisis kondisi udara ruang didalam ruangan dengan cara melakukan wawancara kuisisioner kepada penghuni apartemen untuk mengetahui aktivitas yang dilakukan penghuni dan untuk pengukuran menggunakan alat Aerocet 531s. Studi ini dapat mengevaluasi penghuni terhadap “kenyamanan penggunaan apartemen” menggunakan pendapat mencatat mereka tentang lingkungan dalam ruangan.

Setelah mendapatkan data dari Aerocet 531s dan hasil dari kuisisioner akan dijadikan model regresi sehingga dapat melihat survey pengaruh aktivitas penghuni apartemen terhadap kadar udara yang ada di dalam ruangan tersebut. Penelitian ini akan dibandingkan dengan baku mutu yang ada di Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1077 Tahun 2011. Hasil ini bisa dijadikan evaluasi bagi baik pengelola pemilik dan pengelola apartemen.

3.2 Kerangka Penelitian

Pelaksanaan penelitian berdasarkan perbedaan antara kondisi realita dengan kondisi ideal yang ada.

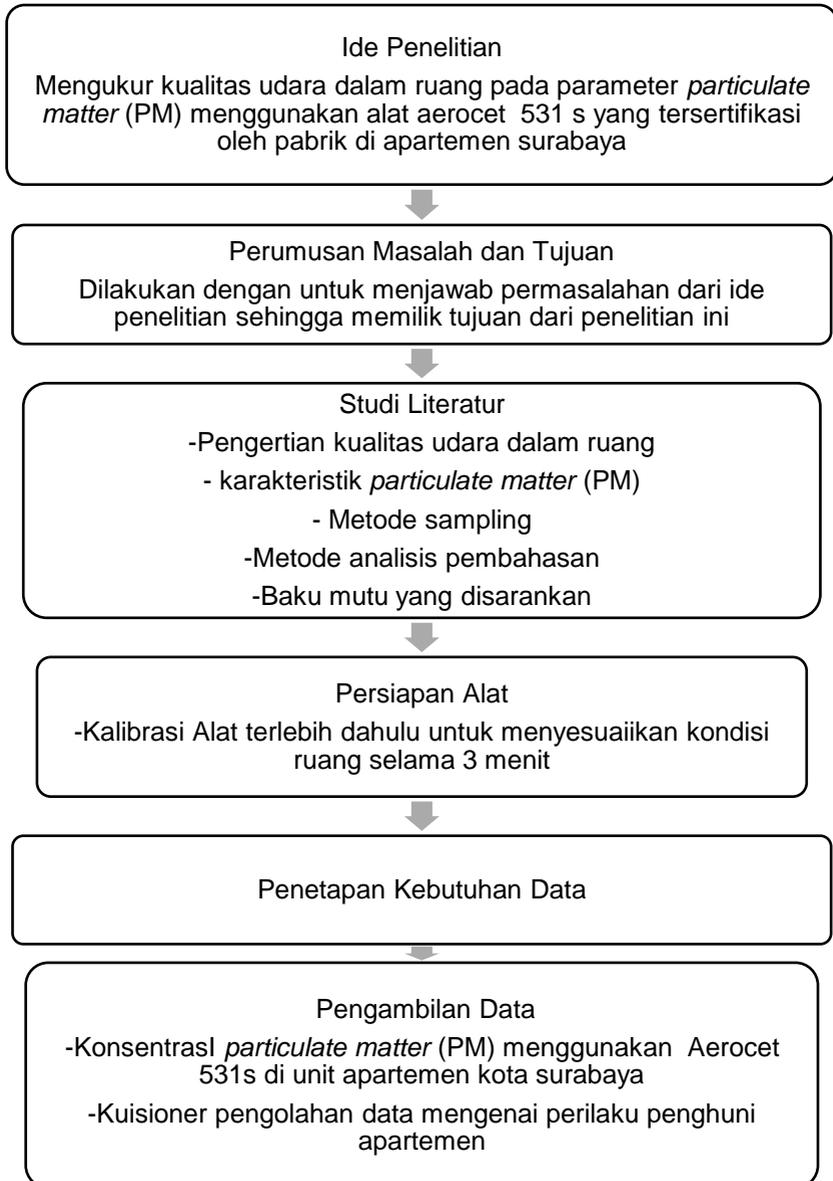
Metodologi penelitian memuat kerangka berpikir untuk mencapai tujuan penelitian dan pembahasan hal apa saja yang akan dilakukan saat penelitian, ada beberapa fungsi dari kerangka penelitian sangat penting bagi peneliti. Berikut fungsi kerangka penelitian:

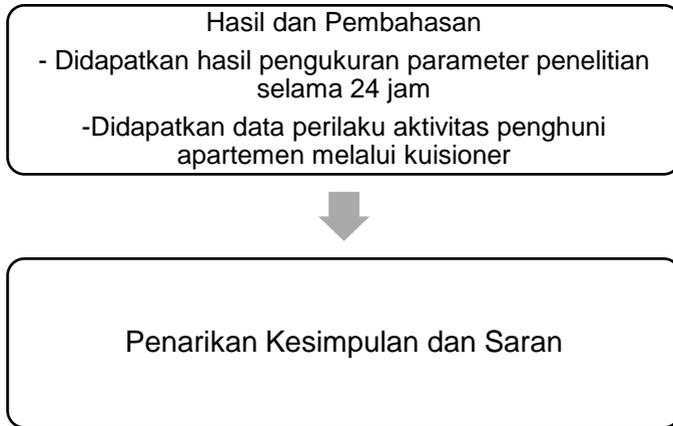
1. Sebagai gambaran awal untuk tahapan penelitian yang akan dilaksanakan agar pelaksanaan dapat dilakukan secara sistematis
2. Mengetahui tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam pelaksanaan penelitian dari awal sampai akhir penelitian
3. Mempermudah untuk mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan pelaksanaan penelitian untuk mencapai tujuan penelitian
4. Menghindari dan memperkecil kemungkinan terjadinya kesalahan dalam pelaksanaan

Kerangka penelitian dapat digambarkan pada Gambar 3.1.

3.3 Ide Penelitian

Berawal dari latar belakang yang telah disusun pada pendahuluan maka perlu dibuat suatu analisis kualitas udara dalam ruangan pada bangunan yang dikaitkan dengan kegiatan keseharian oleh penghuni dengan banyak parameter seperti emisi polutan dalam ruangan, laju perubahan udara, suhu ruangan, dan kelembaban relatif (Abdul-Wahab, dkk,2015) dan juga polusi udara ruangan menjadi masalah kesehatan yang lebih serius dibanding dengan di luar ruangan. Ini disebabkan secara umum sebagian besar waktu dihabiskan di dalam ruangan sehingga bahan pencemar tidak mengalir bebas tetapi terakumulasi (Nurulita,2015). Permasalahan ini sehingga perlu diadakannya penelitian untuk mengetahui kualitas udara dalam ruang dengan aktifitas penghuni apartemen.





Gambar 3 1 Kerangka Penelitian

3.4 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memberikan pemahaman yang mendalam terhadap ide penelitian dan sebagai dasar pembahasan dalam penelitian. Literatur yang digunakan berasal dari jurnal internasional, peraturan dari pemerintah dan buku teks. Studi literatur yang dipelajari dalam penelitian ini sebagai berikut :

- *Indoor Air Pollution.*
- Metode sampling yang digunakan .
- Polutan yang dibahas adalah karakteristik polutan *particulate matter* (PM)
- Metode hasil yang akan didapatkan melalui metode regresi.
- Peraturan mengenai baku mutu polutan yang dibahas

Manfaat yang diharapkan dari studi literatur supaya proses pengolahan data dan pembahasan supaya lebih baik dan benar. Sehingga dapat bermanfaat untuk penelitian-penelitian berikutnya.

3.4 Pengumpulan Data

Penetapan kebutuhan data yang dilakukan menggunakan data yaitu data primer dan data sekunder. Data yang akan diambil dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3. 1 Pengumpulan Data

Jenis Data	Uraian Data	Sumber
Primer	Konsentrasi <i>Particulate Matter</i> (PM) di Unit Apartemen di Surabaya	Pengukuran konsentrasi <i>Particulate Matter</i> (PM) dan Apartemen yang berada di Surabaya menggunakan pemantau udara berbasis aerocet 531s
Sekunder	Baku mutu <i>particulate matter</i> (PM)	Peraturan Menteri Kesehatan 2011 Nomor 107 tahun 2011

3.5 Tahapan Penelitian

3.5.1 Persiapan Penelitian

a. Kalibrasi alat Aerocet A531s

Persiapan penelitian yang dilakukan yaitu mempersiapkan alat pengukur *Particulate Matter* (PM) menggunakan Aerocet A531s. Kalibrasi alat sebelum pengambilan sampling perlu dilakukan. Alat Aerocet terkalibrasi dari pabrik. Sertifikat alat Aerocet A531s yang dipakai pada penelitian ini masih dinyatakan layak pakai dan belum dibutuhkan untuk kalibrasi ulang oleh pabrik.

b. Pembuatan Kuisisioner

Kuisisioner adalah pertanyaan terstruktur yang diisi oleh pihak narasumber yang kemudian akan dicatat oleh pewawancara sehingga kuisisioner ini dapat digunakan sebagai data primer dalam penelitian yang akan dilakukan. Hasil kuisisioner diharapkan akan diperoleh data antara lain:

1. Waktu membersihkan ruangan apartemen yang dilakukan penghuni

2. Jumlah furniture yang ada di dalam unit apartemen
3. Waktu untuk membuka jendela
4. Jumlah *Air Conditioner* (AC) dan kipas angin dalam unit apartemen
5. Waktu untuk memasak
6. Jumlah *exhaust fan* yang ada di dalam unit apartemen

3.5.2 Penentuan Jumlah Sampling

Pelaksanaan penelitian dibagi menjadi beberapa tahap yaitu tahap penentuan jumlah sampling dengan memilih 40 unit apartemen di Surabaya dengan metode random strata sampling. Untuk menentukan 40 unit apartemen yang akan di analisis dengan metode strata random sampling. Pertama mendata terlebih dahulu jumlah unit apartemen di Surabaya, menurut harian Kompas (2016) jumlah unit apartemen *strata title* sejumlah 26.463 unit yang tersebar di Surabaya yang bisa dilihat di Tabel 3.2 namun ada beberapa apartemen yang tidak ditemukan datanya. Setelah mendapatkan hasil jumlah unit apartemen kemudian menentukan jumlah unit apartemen yang akan diteliti dengan metode pengambilan sampel Slovin. Rumus Slovin menurut Nugraha (2007), dapat dipakai untuk menentukan ukuran sampel, hanya jika penelitian bertujuan untuk menduga proporsi populasi. Perhitungan dengan metode Slovin dapat dicermati berikut ini :

$$n = \frac{N}{1 + N\alpha^2}$$

$$n = \frac{26.643}{1 + 26.643 \times 0.15^2}$$

$$n = 40$$

dimana:

n= ukuran sampel

N= ukuran populasi

α = taraf signifikansi / galat pendugaan

Jadi minimal sampel unit yang akan diukur sebesar 40 unit apartemen dengan taraf signifikansi sebesar 15 %.

Tabel 3. 2 Unit Apartemen di Surabaya

Nomor	Nama Apartemen	Jumlah Unit	Lokasi
1	Waterplace Residence	1235	Surabaya Barat
2	Supermall Mansion Apartement	940	Surabaya Barat
3	Kondominium Graha Family	-	Surabaya Barat
4	Apartemen Taman Beverly	200	Surabaya Barat
5	Apartemen Puri Matahari	-	Surabaya Barat
6	Apartemen Puncak Permai	1733	Surabaya Barat
7	Apartemen Java Paragon	-	Surabaya Barat
8	Apartemen VIA & VUE	-	Surabaya Barat
9	Apartemen Gunawangsa Merr	1100	Surabaya Timur
10	Apartemen Gunawangsa Manyar	880	Surabaya Timur
11	Apartemen Puncak Kertajaya	1200	Surabaya Timur
12	Apartemen Dian Regency	600	Surabaya Timur
13	Apartemen Educity	3300	Surabaya Timur
14	Apartemen Eastcovia	1354	Surabaya Timur
15	Apartemen Metropolis	287	Surabaya Selatan
16	Apartemen High Point	578	Surabaya Selatan
17	Apartemen Papilio	857	Surabaya Selatan
18	Apartemen Menara Rungkut	637	Surabaya Selatan
19	One Icon Residence	3310	Surabaya Pusat
20	Apartemen Sumatera 36	63	Surabaya Pusat
21	Apartemen Trilium	1288	Surabaya Pusat

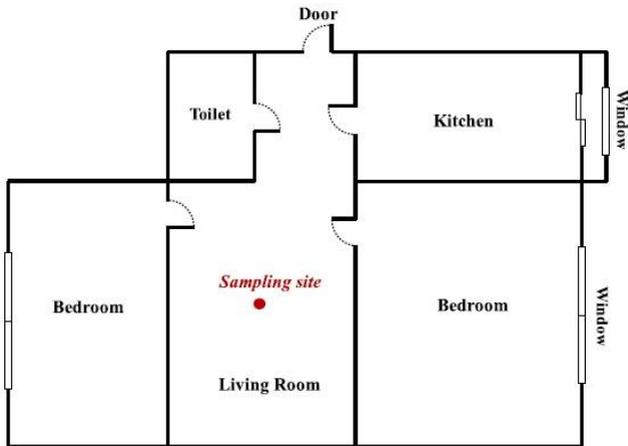
Menentukan sasaran sampling ini pada unit apartemen. Kemudian menentukan 40 unit di apartemen yang akan dianalisis dengan metode strata *random* sampling dan terlampir di Tabel 3.3 data apartemen yang akan disampling.

Tabel 3. 3 Data Apartemen yang di sampling

Nama apartemen	unit pengukuran
Puncak kertajaya	8 Unit (unit 1, unit 2, unit 3, unit 4, unit 5, unit 6, unit 31, unit 37)
Dian regency	5 Unit (unit 10, unit 29, unit 30, unit 35, unit 36)
Cosmopolis	2 Unit (unit 18, unit 40)
Educity	6 Unit (unit 11, unit 12, unit 22, unit 23, unit 24, unit 25)
Gunawangsa	3 Unit (unit 9, unit 26, unit 27)
Menara rungkut	4 Unit (unit 8, unit 33, unit 34)
Papilio	2 Unit (unit 19, unit 21)
Purimas	2 Unit (unit 7, unit 16)
Puncak permai	3 Unit (unit 28)
Bukit golf	1 Unit (unit 32)
Puncak marina	2 Unit (unit 13, unit 14)
Trilium residen	2 Unit (unit 15, unit 38)
Waterplace	2 Unit (unit 17, unit 20)
Puridarmo	1 Unit (unit 39)

Setelah mendapatkan apartemen yang akan di sampel maka bisa dilaksanakan survey ke unit apartemen. Tujuan survey ini untuk mendapatkan hasil analisa untuk perilaku penghuni yang akan disebarkan kepada penghuni apartemen tersebut dengan bantuan kuisisioner dan juga mendapatkan data pengukuran unit apartemen pada parameter *Particulate Matter* (PM) Target dari survey ini yaitu penghuni yang melakukan kesehariannya di dalam unit apartemen. Parameter yang diukur di dalam unit apartemen yaitu PM dan. Menurut Rui Tang (2014), lokasi titik sampel berada di ruang tengah keluarga dikarenakan merupakan titik pusat aktivitas kegiatan penghuni dilakukan pengukuran selama 24 jam. Data

yang digunakan yang akan dibandingkan dengan kuisioner yaitu data rata-rata selama 24 jam. Hasil dari kuisioner akan dibandingkan dengan pengukuran yang dilakukan selama 24 jam sehingga menjadi hasil kualitas udara ruang di unit apartemen tersebut.



Gambar 3 2 Lokasi Titik Sampling

3.6 Analisis dan Pembahasan

Analisis dan pembahasan pada penelitian untuk mencapai tujuan awal penelitian, yaitu mendapatkan pengaruh karakteristik penghuni apartemen terhadap kualitas udara pada parameter *Particulate Matter* (PM). Data yang di dapatkan di dalam pengukuran yaitu data mengenai hasil pengukuran PM dan dari unit apartemen dan hasil kuisioner dari perilaku penghuni apartemen. Hasil kuisioner yang didapatkan nanti terlebih dahulu akan dibagikan ke beberapa kategori. Kategori yang dipakai yaitu sumber pencemar udara kualitas udara ruang. Hasil dari penelitian ini akan membentuk *multi regresi linear* yang akan dijadikan sebagai

hasil penelitian ini, dimana hasil kuisioner perilaku penghuni yang sudah dikategorikan akan dijadikan variabel X sedangkan pengukuran PM menggunakan data selama 24 jam pengukuran sehingga didapatkan variabel Y. Hasil yang akan di dapatkan berupa rumus multi regresi linier sehingga peneliti akan mengintrepresentasikan mengenai hasil yang akan didapatkan.

Kemudian akan dibandingkan dengan baku mutu terkait yang sudah ada di Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1077 tahun 2011. Hasil pengukuran tiap unit kamar akan dilihat pola harian dan dibandingkan dengan baku mutu, jika didalam pengukuran selama 24 jam ada di atas ambang batas normal bisa dikatakan kualitas udara di unit tersebut buruk pada saat jam tersebut.

3.6.1 Analisis Regresi Linier Berganda

Pembahasan Penelitian ini dengan menggunakan software SPSS. Software ini biasanya digunakan untuk membentuk multi regresi linier. Pada penelitian ini, digunakan variabel y yaitu hasil pengukuran selama 24 jam di unit tersebut sedangkan pada variabel x yaitu hasil dari kuisioner penghuni apartemen yang sudah dijadikan beberapa kategori seperti: waktu memasak, waktu membersihkan ruang, jumlah perabotan rumah, pengaruh Air Conditioner dan lain lain. Variabel dari kategori tersebut akan menjadi x1, x2, x3 dan lain lain. Hal yang harus dilakukan yaitu menginput data ke SPSS. Data yang dimasukkan pada tiap unit adalah:

- Input data hasil pengukuran unit selama 24 jam
- Input data hasil kuisioner tentang perilaku penghuni apartemen yang sudah dijadikan kategori seperti contoh yang ada.
- Untuk Hasil Kuisioner Kuantitatif dijadikan dalam bentuk skala
- Untuk Hasil Kuisioner Kualitatif dijadikan dalam bentuk nominal

Berikut contoh rumus metode multi regresi linier:

$$Y = AX1 + BX2 + CX3 + DX4 + E$$

Sehingga dari rumus tersebut maka peneliti akan mencari inteprestasikan mengenai hasil evaluasi unit apartemen yang akan diteliti.

Year	Y	X1	X2	X3
1979	7,26	623	219	2,12
1980	6,5	627	226	2,33
1981	5,75	632	220	2,02
1982	9,2	661	249	1,75
1983	11,03	889	237	1,52
1984	6,16	901	237	1,34
1985	2,93	778	238	1,3
1986	2,81	855	256	1,47
1987	2,61	1153	257	1,64
1988	2,96	1325	275	1,78

Tabel 3. 4 Contoh hasil multi regresi linier

Setelah diuji dengan multi regresi linier kemudian diuji dengan uji multikolenieritas yang bertujuan untuk mengetahui nilai korelasi pada variabel independent apakah memenuhi atau tidak. Hasil perhitungan uji multikolenieritas dapat dilihat pada Tabel perhitungan pada kolom VIF (*Variance-Inflating Faktor*). Hasil dari VIF akan memenuhi batas nilai korelasi apabila memiliki nilai dibawah 10.00.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini merupakan pembahasan mengenai evaluasi kadar partikulat di dalam unit apartemen dimana yang akan dibahas mengenai kondisi $PM_{2.5}$ dan PM_{10} dibandingkan dengan baku mutu kemudian faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas udara ruang dan juga persebaran dari kondisi partikulat tersebut.

4.1. Identifikasi hasil pengukuran $PM_{2.5}$ dan PM_{10} terhadap baku mutu

Penelitian kualitas udara di dalam ruang apartemen ini dilakukan sekali di setiap apartemen. Data yang diambil merukana data primer parameter $PM_{2.5}$ dan PM_{10} . Analisa kualitas ini bertujuan untuk mengetahui kualitas udara yang ada di dalam ruang apartemen dan dapat dilakukan analisa pengaruh aktivitas penghuni terhadap kualitas udara yang membuat menjadi buruk.

Pengambilan sampel udara dilakukan dengan menaruh alat di ruang utama apartemen dan kemudian alat akan bekerja selama 24 jam, berikut gambaran di suatu apartemen yang di sampling dapat dilihat di Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Kondisi Ruang Apartemen yang disampling

Waktu pengambilan sampel juga dilakukan wawancara untuk mengetahui aktivitas yang ada di dalam apartemen. Alat yang dilakukan untuk sampling akan menyesuaikan dengan kondisi lingkungan selama 3 menit terlebih dahulu setelah itu alat akan melakukan pengambilan data selama 24 jam kemudian akan mendapatkan 144 data sampling untuk satu apartemen. Hasil kuisioner dan sampling terlampir di lampiran A.

Setelah mendapatkan hasil 40 apartemen, kemudian langkah selanjutnya yaitu untuk menjawab hipotesa awal yaitu kondisi udara di ruang apartemen, lalu tiap apartemen dibandingkan dengan baku mutu yang ada dikarenakan baku mutu yang ada dan legal di Indonesia ini hanya selama 24 jam, maka hasil dari satu apartemen tersebut di rata rata kemudian dibandingkan dengan baku mutu yang ada tertera di peraturan Menteri kesehatan Nomor 1077 Tahun 2011 untuk baku mutu $PM_{2.5}$ sebesar $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ selama 24 jam dan baku mutu PM_{10} sendiri sebesar $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ selama 24 jam, sehingga apabila nilai pengukuran di tiap apartemen dibawah $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk $PM_{2.5}$ dan $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk PM_{10} maka dapat dikatakan buruk dan begitu sebaliknya. Menghasilkan data sebagai berikut sesuai dengan Tabel 4.1 dan 4.2.

Tabel 4. 1 Hasil perbandingan baku mutu $PM_{2.5}$ terhadap setiap unit apartemen

Lokasi	Rata-Rata $PM_{2.5}$ di Unit Apartemen selama 24 Jam ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Hasil Dibandingkan dengan Baku Mutu Terkait
Unit 1	70.6	BURUK
Unit 2	28.3	BAIK
Unit 3	31.1	BAIK
Unit 4	29.2	BURUK
Unit 5	49.5	BAIK
Unit 6	25.5	BAIK
Unit 7	38.4	BAIK
Unit 8	45.0	BURUK

Lokasi	Rata-Rata PM_{2.5} di Unit Apartemen selama 24 Jam (µg/m³)	Hasil Dibandingkan dengan Baku Mutu Terkait
Unit 9	33.2	BURUK
Unit 10	30.7	BAIK
Unit 11	43.1	BURUK
Unit 12	37.4	BAIK
Unit 13	47.9	BURUK
Unit 14	44.5	BAIK
Unit 15	39.7	BAIK
Unit 16	38.2	BAIK
Unit 17	29.8	BAIK
Unit 18	53.0	BAIK
Unit 19	55.7	BAIK
Unit 20	48.0	BAIK
Unit 21	48.7	BURUK
Unit 22	67.6	BURUK
Unit 23	30.7	BAIK
Unit 24	35.9	BAIK
Unit 25	50.7	BURUK
Unit 26	27.7	BAIK
Unit 27	63.4	BURUK
Unit 28	80.7	BURUK
Unit 29	81.3	BURUK
Unit 30	175.8	BURUK
Unit 31	90.5	BURUK
Unit 32	42.1	BAIK
Unit 33	51.5	BURUK
Unit 34	33.9	BAIK
Unit 35	44.5	BURUK
Unit 36	45.1	BURUK
Unit 37	27.1	BAIK
Unit 38	65.8	BURUK
Unit 39	46.1	BURUK
Unit 40	83.5	BURUK

Tabel 4. 2 Hasil perbandingan baku mutu PM₁₀ terhadap setiap unit apartemen

Lokasi	Rata-Rata PM₁₀ di Unit Apartemen selama 24 Jam (µg/m³)	Hasil Dibandingkan dengan Baku Mutu Terkait
Unit 1	108.1	BURUK
Unit 2	50.9	BAIK
Unit 3	54.5	BAIK
Unit 4	70.4	BURUK
Unit 5	64.2	BAIK
Unit 6	39.0	BAIK
Unit 7	58.3	BAIK
Unit 8	85.3	BURUK
Unit 9	73.0	BURUK
Unit 10	63.1	BAIK
Unit 11	75.3	BURUK
Unit 12	48.5	BAIK
Unit 13	72.6	BURUK
Unit 14	66.6	BAIK
Unit 15	68.7	BAIK
Unit 16	56.8	BAIK
Unit 17	43.7	BAIK
Unit 18	37.8	BAIK
Unit 19	66.0	BAIK
Unit 20	55.3	BAIK
Unit 21	73.0	BURUK
Unit 22	113.4	BURUK
Unit 23	30.7	BAIK
Unit 24	52.3	BAIK
Unit 25	118.4	BURUK
Unit 26	50.2	BAIK
Unit 27	91.2	BURUK
Unit 28	97.3	BURUK
Unit 29	126.9	BURUK
Unit 30	275.1	BURUK

Lokasi	Rata-Rata PM ₁₀ di Unit Apartemen selama 24 Jam ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Hasil Dibandingkan dengan Baku Mutu Terkait
Unit 31	154.4	BURUK
Unit 32	53.3	BAIK
Unit33	77.7	BURUK
Unit 34	44.8	BAIK
Unit 35	83.5	BURUK
Unit 36	78.5	BURUK
Unit 37	36.4	BAIK
Unit 38	134.6	BURUK
Unit 39	76.3	BURUK
Unit 40	89.6	BURUK

Hasil yang di rata-rata selama 24 jam sehingga setelah itu dibandingkan dengan baku mutu yang disarankan di Permenkes 1077 tahun 2011. Hasil konsentrasi PM_{2.5} didapatkan hasil sebesar 73 % yang di atas baku mutu atau sekitar 29 unit apartemen dari 40 apartemen terkait. Sedangkan PM₁₀ yaitu mempunyai hasil di atas baku mutu sejumlah di atas 55 % sebanyak 22 apartemen tujuan dari mengetahui presentasi konsentrasi PM_{2.5} dan PM₁₀ antara lain untuk mengetahui bahwa rata-rata kamar di unit apartemen yang diteliti memiliki kadar udara yang buruk karenadi atas baku mutu sehingga perlu mencari pengaruh dan penyebab kualitas udara di atas baku mutu dikarenakan perilaku aktivitas penghuni.

4.2. Faktor-faktor mempengaruhi polutan dalam ruang

Hasil dari pengukuran *Particulate Matter* (PM) dan kuisisioner untuk aktivitas penghuni. Langkah selanjutnya yaitu melakukan regresi linier dengan hasil sampling kuisisioner dimana ada beberapa variabel yang dijadikan penilaian yang akan dikorelasikan dengan hasil sampling di unit apartemen kemudian akan dilakukan regresi linier berganda dengan Y nya yaitu parameter penelitian (PM_{2.5} dan PM₁₀) sedangkan variabel x diambil dari kuisisioner yang terlampir di lampiran dan

dijadikan beberapa variabel . untuk variabel x terdapat 13 variabel yang ditentukan diambil dari ide penelitian analisis kualitas udara dalam ruangan pada bangunan dikaitkan dengan kegiatan keseharian oleh penghuni yang diambil dari banyak parameter seperti emisi polutan dalam ruangan, laju perubahan udara, suhu ruangan, dan kelembaban relatif (Abdul-Wahad,dkk,2015). Sehingga dijadikan kuisisioner yang disebarkan kepada penghuni apartemen dan juga didapatkan variabel seperti berikut:

X1 = Kelembaban

X2 = Suhu

X3 = Buka Jendela

X4 = Penggunaan AC

X5 = Jumlah Furniture

X6 = Jumlah AC

X7 = Memasak

X8 = Jumlah *Exhaust fan*

X9 = Jumlah Kipas

X10 = Penggunaan Kipas

X11 = Jumlah Kamar

X12 = Membersihkan Apartemen

X13 = Perilaku Merokok

Pengolahan data yang digunakan yaitu menggunakan aplikasi SPSS 2017. Dimana hal yang pertama yang dilakukan yaitu membagi variabel X yang kuantitatif dengan variabel X yang kualitatif dengan membedakan *measure* yang ada di aplikasi untuk yang kuantitatif menggunakan scale sedangkan kualitatif menggunakan ordinal.

Berikut variabel X yang merupakan kuantitatif :

1. Variabel X₁ (kelembaban) : data dimasukkan pada kolom X₁, bentuk data kuantitatif dengan satuan RH dalam bentuk prosentase
2. Variabel X₂ (suhu): data dimasukkan pada kolom X₂, bentuk data kuantitatif dengan satuan celcius
3. Variabel X₉(Jumlah Kipas Angin): data dimasukkan pada kolom X₉, bentuk data kuantitatif
4. Variabel X₁₁ (Jumlah Kamar): data dimasukkan pada kolom X₁₁, bentuk data kuantitatif

5. Variabel X_5 (Jumlah furniture): data dimasukkan pada kolom X_5 , bentuk data kuantitatif
6. Variabel X_8 (Jumlah *exhaust fan*): data dimasukkan pada kolom X_8 , bentuk data kuantitatif
7. Variabel X_6 (Jumlah AC): data dimasukkan pada kolom X_6 , bentuk data kuantitatif

Berikut variabel X yang merupakan kualitatif :

1. Variabel X_3 (Bukaan Jendela): data dimasukkan pada kolom X_3 , bentuk data di koding bilangan biner yaitu 1 (membuka jendela dan 0 (menutup jendela)
2. Variabel X_{10} (Penggunaan kipas angin): data dimasukkan pada kolom X_{10} , bentuk data di koding bilangan biner yaitu 1 menggunakan kipas angin dan 0 adalah tidak menggunakan kipas angin
3. Variabel X_7 (memasak): data dimasukkan pada kolom X_7 , bentuk data di koding bilangan biner yaitu 1 memasak dan 0 adalah tidak memasak
4. Variabel X_{12} (Waktu membersihkan unit): data dimasukkan pada kolom X_{12} , bentuk data kuantitatif
5. Variabel X_4 (Penyalakan AC): data dimasukkan pada kolom X_4 , bentuk data di koding bilangan biner yaitu 1 menyalakan AC dan 0 adalah mematikan AC
6. Variabel X_{13} (Perilaku Merokok): data dimasukkan pada kolom X_{13} , bentuk data di koding bilangan biner yaitu 1 merokok dan 0 adalah tidak merokok

Variabel X tersebut akan diregresikan dengan variabel dependen yaitu Y_1 (Konsentrasi $PM_{2.5}$) dan Y_2 (Konsentrasi PM_{10}) kemudian akan mengeluarkan persamaan yang dapat mengetahui faktor-faktor aktivitas apa saja yang akan mempengaruhi konsentrasi PM.

Berikut contoh penginputan data ke aplikasi SPSS yang dapat dilihat pada Gambar 4.2.

	VAR00001	VAR00002	VAR00003	VAR00004	VAR00005	VAR00006	VAR00007	VAR00008	VAR00009	VAR00010	VAR00011	VAR00012	VAR00013	VAR00014	VAR00015	VAR
1	39.60	69.12	30.43	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	41.30	68.80	30.17	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	42.50	68.03	30.28	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	53.40	67.07	29.85	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	51.80	65.91	29.52	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	59.30	65.34	29.30	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	64.50	71.69	29.75	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	71.60	79.09	29.54	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	63.20	67.91	29.23	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	57.60	66.60	29.14	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	52.80	65.91	29.10	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	49.40	65.63	29.07	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	46.60	65.79	28.97	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	45.70	69.88	29.35	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	59.20	67.69	29.19	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	57.40	66.49	29.03	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	55.30	66.35	28.98	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	52.10	66.81	29.90	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	48.70	65.76	28.77	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	47.30	65.80	28.68	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	44.80	65.80	28.66	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	42.50	65.79	28.58	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	41.90	65.73	28.54	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Gambar 4. 2 Contoh Aplikasi SPSS

4.2.1 Penentuan Faktor – Faktor yang mempengaruhi konsentrasi PM_{2.5} dan PM₁₀

Perhitungan yang dilakukan menentukan regresi linier dengan menguji linieritas menggunakan aplikasi SPSS. Uji linieritas ini harus kurang dari 0.100 untuk menunjukkan hasil secara signifikansi apabila di atas dari 0.100 hasil tidak signifikan. Hasil dari uji pada variabel bebas terhadap variabel Y1 (PM₁₀) dan Y2 (PM_{2.5}). Menggunakan variabel X sehingga kita dapat mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi konsentrasi PM_{2.5} dan PM₁₀ ditentukan dengan perhitungan regresi linier berganda, setelah memasukkan data ke aplikasi SPSS. Hasil nilai koefisien-koefisien yang kemudian disatukan sehingga membentuk sebuah persamaan, Berikut hasil koefisien yang disatukan membentuk sebuah korelasi yang ada pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4.

Tabel 4. 3 Uji Statistik Parameter PM₁₀

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
(Constant)	48.852	25.101		1.946	.052
Kelembaban (X1) (%rh)	.780	.149	.074	5.244	.000
Suhu (X2) (°C)	-1.264	.800	-.030	-1.580	.094
Jumlah Furniture (X3) (Unit)	6.960	.820	.134	8.483	.000
Jumlah AC (X4) (Unit)	-	1.770	-.117	-7.166	.000
Jumlah <i>Exhaust fan</i> (X5) (Unit)	-	2.451	-.066	-4.610	.000
Jumlah Kipas (X6) (Unit)	-.339	2.798	-.002	-.121	.904
Jumlah Kamar (X7) (Unit)	2.354	3.754	.011	.627	.531
Waktu Membersihkan (X8) (Frekuensi Pembersihan)	-.618	.159	-.057	-3.897	.000
Bukaan Jendela (X9) (1 =Buka, 0 =Tutup)	3.504	2.900	.017	1.209	.027
Penggunaan AC (X10) (1= AC nyala, 0= AC Mati)	14.072	3.937	-.064	-3.574	.000
Memasak (X11) (1= Memasak, 0= Tidak Memasak)	6.155	4.702	-.017	-1.309	.091
Penggunaan Kipas (X12) (1= Kipas nyala, 0=Kipas Mati)	44.436	5.141	.132	8.644	.000
Perilaku Merokok (X13) (Ya/Tidak)	29.962	3.802	.107	7.881	.000

a. Dependent Variabel: PM₁₀

Tabel 4. 4 Uji Stastitik Parameter PM_{2.5}

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
(Constant)	34.905	14.485		2.410	.016
Kelembaban (X1) (%rh)	.577	.086	.094	6.715	.000
Suhu (X2) (°C)	-.989	.462	-.040	-2.143	.032
Jumlah Furniture (X3) (Unit)	4.601	.473	.152	9.717	.000
Jumlah AC (X4) (Unit)	-9.016	1.021	-.143	-8.827	.000
Jumlah <i>Exhaust fan</i> (X5) (Unit)	-5.645	1.415	-.056	-3.991	.000
Jumlah Kipas (X6) (Unit)	-1.613	1.615	.016	.999	.318
Jumlah Kamar (X7) (Unit)	1.649	2.167	-.013	-.761	.447
Waktu Membersihkan (X8) (Frekuensi Pembersihan)	-.413	.092	-.065	-4.510	.000
Bukaan Jendela (X9) (1 =Buka, 0 =Tutup)	1.004	1.673	.008	.600	.048
Penggunaan AC (X10) (1= AC nyala, 0= AC Mati)	4.138	2.272	-.032	-1.821	.069
Memasak (X11) (1= Memasak, 0= Tidak Memasak)	1.505	2.714	.007	.555	.079
Penggunaan Kipas (X12) (1= Kipas nyala, 0=Kipas Mati)	17.454	2.967	.089	5.883	.000
Perilaku Merokok (X13) (Ya/Tidak)	26.265	2.194	.161	11.972	.000

a. Dependent Variabel: PM_{2.5}

Jika dilihat dari hasil yang sudah di analisis untuk pengaruh yang terjadi di $PM_{2.5}$ dan PM_{10} hasilnya tidak jauh berbeda. Pada hasil uji linieritas PM_{10} nilai linearity $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}$ hasil signifikansinya yaitu kurang dari 0.100 sehingga dapat digunakan regresi linier dikarenakan signifikansinya di atas 90% sedangkan X_6, X_7 tidak diuji karena tingkat signifikansinya dibawah 90 % sedangkan untuk $PM_{2.5}$ hasil uji linieritas nilai linearity $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_8, X_{10}, X_{11}, X_{12}$, dan X_{13} sehingga hal ini signifikansinya di atas 90 % namun untuk X_6, X_7 , dan X_9 tidak diuji karena taraf signifikansinya dibawah 90%. Hasil dari persamaan yang didapatkan dari hasil pengolahan data menggunakan program SPSS didapatkan hasil persamaan Y_1 (konsentrasi PM_{10}) sebagai berikut :

$$Y_1 = 48.852 + 0.780 X_1 - 1.264 X_2 + 6.960 X_3 - 12.682 X_4 - 11.299 X_5 - 0.618 X_8 + 3.504 X_9 - 14.072 X_{10} + 6.155 X_{11} + 44.436 X_{12} + 29.962 X_{13}$$

Dan untuk hasil persamaan Y_2 (Konsentrasi $PM_{2.5}$) membentuk persamaan sebagai berikut :

$$Y_2 = 34.905 + 0.577 X_1 - 0.989 X_2 + 4.601 X_3 - 9.016 X_4 - 5.645 X_5 - 0.413 X_8 - 4.138 X_{10} - 1.505 X_{11} + 17.454 X_{12} + 26.625 X_{13}$$

4.2.2. Analisis Uji Pengaruh (F) pada Konsentrasi $PM_{2.5}$ dan PM_{10}

Hasil perhitungan regresi linier berganda yang telah dilakukan akan didapatkan hasil dari uji fungsi. Uji F untuk mengetahui apakah variabel mempunyai pengaruh terhadap konsentrasi $PM_{2.5}$ dan konsentrasi PM_{10} . Hasil uji F ini memiliki pengaruh atau tidak berpengaruh maka signifikansi tidak boleh lebih dari 0.1 dengan derajat kepercayaan minimal 90%. Hasil uji F dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan 4.6.

Tabel 4. 5 Hasil Uji Pengaruh pada variabel Y1

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	3840534.760	13	295425.751	37.264	.000 ^b
Residual	45546313.664	5745	7927.992		
Total	49386848.425	5758			

Tabel 4. 6 Hasil Uji Pengaruh pada variabel Y2

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	1581141.730	13	121626.287	46.066	.000 ^b
Residual	15168315.044	5745	2640.264		
Total	16749456.774	5758			

Hasil dari analisis Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 didapatkan hasil F sebesar 37.264 dan 46.606 dengan angka signifikansi 0.000. Nilai tersebut dapat diartikan variabel bebas secara keseluruhan mempunyai pengaruh yang signifikansi terhadap konsentrasi Y1 (PM_{10}) dan Y2 ($PM_{2.5}$) atau memiliki nilai kepercayaannya lebih dari 100 %.

4.2.3. Analisis Uji Pengaruh Multikolinieritas (VIF) pada Konsentrasi $PM_{2.5}$ dan PM_{10}

Hasil uji stastitik mengenai regresi linier berganda telah dilakukan dan didapatkan hasil uji VIF. Fungsi VIF sendiri untuk mengetahui pengaruh variabel X apakah memiliki korelasi dengan variabel X lainnya dimana hasil uji Multikolonieritas dilihat dari nilai VIF (*Variance-Inflating-Faktor*), jika nilai VIF < 10 maka dapat dikatakan bebas multikolonieritas atau tingkat korelasi dapat ditoleransi (Pratiwi dan Ihsannudin,2016). Hasil uji VIF dapat dilihat di Tabel 4.7

Tabel 4. 7 Hasil Uji Multikolinearitas (VIF)

Model	VIF	
	PM2.5	PM10
Kelembaban (%rh)	1.252	1.252
Suhu (°C)	2.251	2.251
Jumlah Furniture (Unit)	1.165	1.165
Jumlah AC (Unit)	2.016	2.016
Jumlah <i>Exhaust fan</i> (Unit)	1.552	1.552
Jumlah Kipas (Unit)	1.656	1.656
Jumlah Kamar (Unit)	1.026	1.026
Waktu Membersihkan (Unit/Satuan)	1.266	1.266
Bukaan Jendela (1 =Buka, 0 =Tutup)	1.530	1.530
Penggunaan AC (1= AC nyala, 0= AC Mati)	1.450	1.450
Memasak	1.786	1.786
Penggunaan Kipas (1= Kipas nyala, 0=Kipas Mati)	1.329	1.329
Perilaku Merokok (Ya/Tidak)	1.148	1.148

Hasil uji stastitik mengenai uji VIF berdasarkan Tabel 4.7 tidak ada VIF yang di atas nilai 10.00 sehingga dapat disimpulkan antara variabel X yang ada tidak memiliki pengaruh korelasi antar satu dengan yang lain.

4.2.4 Analisis Regresi Linier Bergada pada Konsentrasi PM_{2.5} dan PM₁₀

Persamaan yang didapatkan dari pengolahan data untuk Y1 (PM₁₀) dan Y2 (PM_{2.5}) sebagai berikut

$$Y_1 = 48.852 + 0.780 X_1 - 1,264 X_2 + 6.960 X_3 - 12.682 X_4 - 11.299 X_5 - 0.618 X_8 + 3.504 X_9 - 14.072 X_{10} + 6.155 X_{11} + 44.436 X_{12} + 29.962 X_{13}$$

$$Y_2 = 34.905 + 0.577 X_1 - 0.989 X_2 + 4.601 X_3 - 9.016 X_4 - 5.645 X_5 - 0.413 X_8 - 4.138 X_{10} - 1.505 X_{11} + 17.454 X_{12} + 26.625 X_{13}$$

Berdasarkan persamaan Y_1 dan Y_2 di atas variabel yang dihasilkan sama dan pengaruh variabel X terhadap Y relatif sama untuk persamaan Y_1 dan Y_2 tersebut sehingga analisis pengaruh terhadap variabel X dapat digabung dan dihubungkan dengan studi literatur yang ada, kuisioner dan hasil asumsi yang diberikan. Berikut hasil analisis yang dijelaskan :

1. Kelembaban :

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 261 tahun 1998 kelembaban yang ideal berada berkisar antara 40-60 % sedangkan dari hasil pengukuran yang sudah dilakukan di apartemen ditemukan hasil pengukurannya di atas 60 % dan kelembaban akan naik diwaktu pagi hari menuju sore kemudian akan turun kelembaban pada malam hari hingga pagi sehingga apa bila di suatu apartemen ditemukan hasil di atas 60 % dapat menyebabkan potensial untuk tempat pertumbuhan mikroorganisme dan partikulat sehingga dapat menyebabkan kualitas udara memburuk sehingga berdasarkan hasil analisis jika kelembaban naik 1% maka konsentrasi $PM_{2.5}$ akan bertambah sebesar $0.577 \mu g/m^3$ dan untuk PM_{10} bertambah sebesar $0.780 \mu g/m^3$.

2. Suhu:

Menurut James Rilatupa (2008), suhu udara tinggi akan menyebabkan bahan pencemar dalam udara berbentuk partikel menjadi kering dan ringan sehingga bertahan lebih lama di udara. Lippensir (1994), menyatakan batas kenyamanan untuk kondisi khatulistiwa yaitu 22.5-29 celcius. Hasil sampling yang sudah dilakukan di apartemen bahwa

rata-rata suhu apartemen di atas batas normal di atas 29 celcius pada siang hari dan pada malam hari suhu udara turun dikarenakan tidak terkena sinar matahari. Hal ini juga akan berpengaruh dengan kualitas udara ruang sehingga berdasarkan hasil uji stastitik apabila suhu naik 1°C maka konsentrasi PM_{2.5} akan berkurang 0.989 µg/m³ dan untuk konsentrasi PM₁₀ akan berkurang 1.264 µg/m³ .

3. Kipas Angin (pengaruh jumlah dan pemakaian) :

Penggunaan kipas angin sendiri sangat berbahaya dan pemakaian yang dilakukan secara terus menerus karena kipas angin tidak mempunyai filter yang kurang baik dan akan berbahaya untuk kesehatan apabila tidak memiliki sirkulasi ventilasi udara yang baik sehingga angin dan partikulat akan berputar di tempat saja. Hal ini sejalan dengan penelitian yang sudah dilakukan dikarenakan untuk yaitu saat kipas angin semakin bertambah banyak konsentrasi PM_{2.5} akan berkurang sebesar 1.613 µg/m³ dan sedangkan konsentrasi PM₁₀ berkurang sebesar 0.339 µg/m³ namun hasil ini tidak signifikansi mengingat sangat rendah pada taraf signifikansi sehingga tidak akan berpengaruh terlalu besar. Menurut Windi et al. (2016), kipas angin ketika dinyalakan dapat memperburuk kualitas udara karena dapat menyerap debu dan kuman yang ada berdasarkan hasil uji didapatkan untuk PM_{2.5} ketika dinyalakan akan naik sebesar 17.454 µg/m³ sedangkan PM₁₀ ketika dinyalakan akan meningkat sebesar 44.346 µg/m³ .

4. Jumlah Kamar Unit Apartemen:

Jumlah kamar di unit apartemen yang berdasarkan kuisioner diberikan dan berdasarkan hasil uji stastitik ternyata dapat berpengaruh terhadap kualitas udara walaupun tidak signifikansi dimana semakin banyak kamar yang ada di dalam unit tersebut sehingga unit akan semakin luas maka persebaran partikulat akan tersebar semakin banyak sehingga dengan penambahan jumlah kamar konsentrasi PM_{2.5} akan naik sebesar 1.649 µg/m³ sedangkan untuk konsentrasi PM₁₀ akan terjadi penambahan sebesar 2.354 µg/m³ .

5. Jumlah *Exhaust fan*

Menurut Mukono (2005), penggunaan *Exhaust fan* dapat menaikkan kualitas udara ruang karena *exhaust fan* dapat menyerap udara terutama partikulat yang ada di unit apartemen untuk keluar dari unit apartemen dan didalam penelitian ini sebanding dengan Mukono (2005) karena dengan bertambahnya jumlah *exhaust fan* akan mengurangi partikulat. Berdasarkan hasil kuisisioner yang sudah diberikan untuk tiap unit apartemen sudah mempunyai minimal 1 *exhaust fan* untuk mengatur sirkulasi udara tersebut. Hasil uji statistik menyatakan bertambah *exhaust fan* maka konsentrasi $PM_{2.5}$ akan berkurang sebesar $5.645 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sedangkan untuk PM_{10} akan berkurang sebesar $11.299 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

6. *Air Conditioner* / AC (pengaruh dan waktu pemakaian)

Menurut Sudarmaji (2005), Kualitas udara dalam ruangan ber-AC sangat ditentukan oleh sistem sirkulasi dan aktivitas yang dilaksanakan. Untuk jumlah AC sendiri berdasarkan hasil kuisisioner yang sudah diberikan bahwa rata-rata apartemen memiliki 1-2 AC di tiap unitnya sehingga apabila bertambah akan mengurangi kadar $PM_{2.5}$ sebesar $9.016 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan untuk kadar PM_{10} berkurang sebesar $12.682 \mu\text{g}/\text{m}^3$. hal ini bisa terjadi dikarenakan AC sendiri memiliki filter udara sehingga udara yang keluar merupakan udara yang bersih sehingga debu yang akan terserap dan mengendap di filter AC hal ini juga seiring dengan penggunaan AC berdasarkan hasil kuisisioner banyak AC dinyalakan mulai malam hari dan juga berdasarkan hasil kuisisioner yang ada sehingga apabila penggunaan AC dinyalakan maka baik $PM_{2.5}$ dan PM_{10} berkurang. Berdasar uji stastitik yang sudah dilakukan hasilnya untuk AC pada saat dinyalakan maka $PM_{2.5}$ berkurang sebesar $4.138 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sedangkan untuk PM_{10} sendiri berkurang sebesar $14.078 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

7. Penggunaan Jendela :

Menurut Klases (2015), pengaruh jumlah bukaan jendela menunjukkan bahwa kualitas udara di dalam ruang bisa lebih baik, dalam hal ini tidak sejalan dengan Klases dikarenakan berdasarkan hasil kuisioner mengenai bukaan jendela ketika membuka jendela maka kadar partikulat yang dihasilkan meningkat. Bukaan jendela berdasarkan hasil kuisioner terjadi pada waktu siang hari. Hal ini bisa terjadi karena partikulat dari luar masuk ke dalam apartemen karena suhu udara luar lebih tinggi dari dalam apartemen sehingga zat partikulat akan menuju ke yang lebih rendah. Jendela semakin sering dibuka maka $PM_{2.5}$ akan meningkat sebesar $1.004 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sedangkan untuk PM_{10} sendiri akan meningkat sebesar $3.504 \mu\text{g}/\text{m}^3$ namun hasil untuk PM_{10} .

8. Memasak :

Memasak merupakan satu kegiatan yang dilakukan di dalam apartemen sehingga dijadikan bahan untuk dijadikan kuisioner. Berdasarkan kuisioner yang ada memasak dilakukan pada pagi dan malam hari namun penghuni apartemen yang melakukan memasak hanya 50% karena rata-rata penghuni apartemen lebih memilih membeli makan dari luar. Hasil uji statistik menyatakan bahwa terjadi peningkatan $PM_{2.5}$ dan PM_{10} ketika dilakukan kegiatan memasak di dalam apartemen dikarenakan api dari sumber memasak dapat mengeluarkan partikulat sehingga dapat memperburuk kualitas udara ruang yang ada. Sehingga hasil yang didapatkan pada uji statistik yaitu ketika melakukan kegiatan memasak maka kadar $PM_{2.5}$ meningkat sebesar $1.505 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan untuk PM_{10} sendiri meningkat sebesar $6.155 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

9. Membersihkan Apartemen :

Aktivitas membersihkan apartemen dimasukkan kedalam kuisioner kepada penghuni apartemen. Menurut kuisioner yang ada penghuni apartemen apabila ada perempuan yang tinggal lebih sering membersihkan apartemen dengan rata-rata 1-2 hari sekali untuk penghuni apartemen yang hanya laki-laki yang tinggal maka waktu membersihkannya sekitar 1 minggu

– 1 bulan sekali sehingga berdasarkan hasil uji statistik menyatakan ketika semakin sering membersihkan ruang apartemen maka $PM_{2.5}$ berkurang sebesar $0.413 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sedangkan PM_{10} berkurang sebesar $0.618 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

10. Aktivitas Merokok :

Menurut Corie (2005), dari 31.45 % gangguan mengenai asap ini yaitu asap rokok. Aktivitas merokok ini dimasukkan dalam kuisioner yang sudah ada dan hasil dari kuisioner ini yaitu ada beberapa apartemen yang memiliki penghuni apartemennya memang perokok aktif dan sering melakukan kegiatan merokok di apartemen sehingga berdasarkan hasil uji analisis statistik yang ada dapat diketahui bahwa melakukan kegiatan merokok di unit apartemen maka akan terjadi penambahan $PM_{2.5}$ sebanyak $26.625 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sedangkan untuk PM_{10} sebanyak $29.962 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

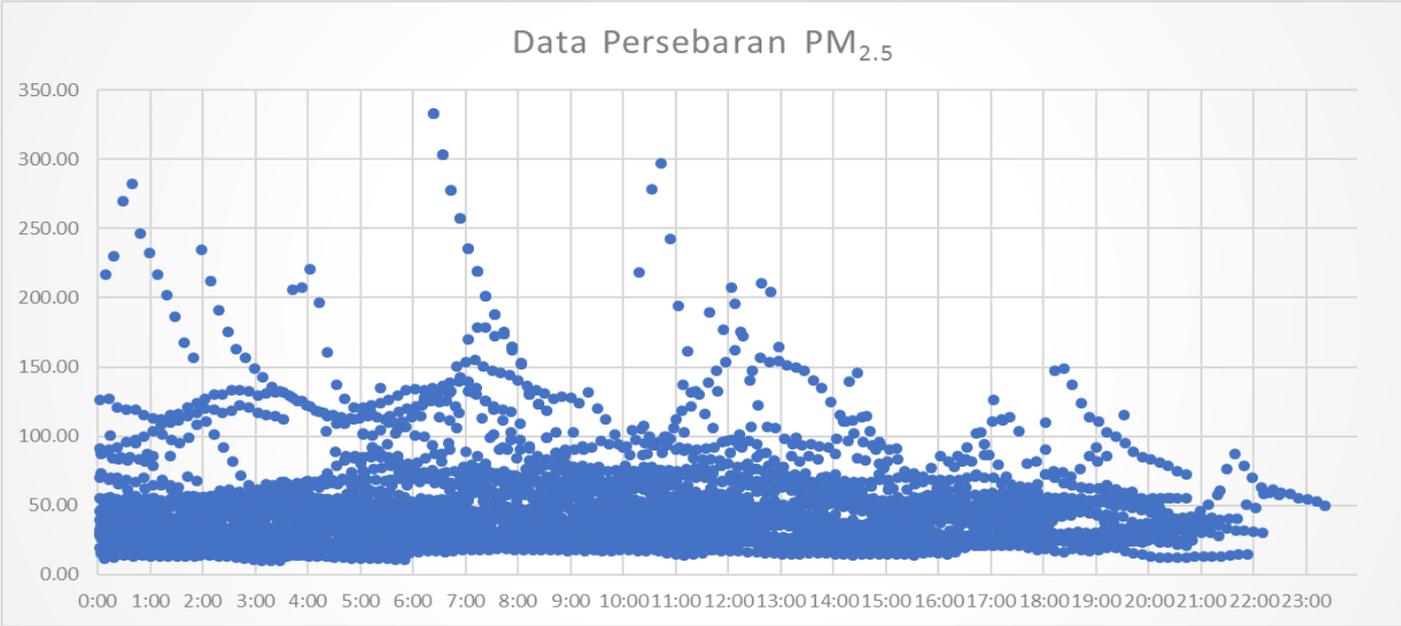
4.3 Persebaran Konsentrasi $PM_{2.5}$ dan PM_{10}

Hasil dari konsentrasi $PM_{2.5}$ dan PM_{10} berdasarkan uji statistik ternyata oleh dipengaruhi faktor – faktor aktivitas penghuni tersebut kemudian langkah selanjutnya yaitu mencari persebaran konsentrasi $PM_{2.5}$ dan PM_{10} . Data untuk persebaran konsentrasi menggunakan hasil pengukuran selama 24 jam tersebut kemudian didapatkan 144 per unit tiap apartemen untuk jumlah data konsentrasi.

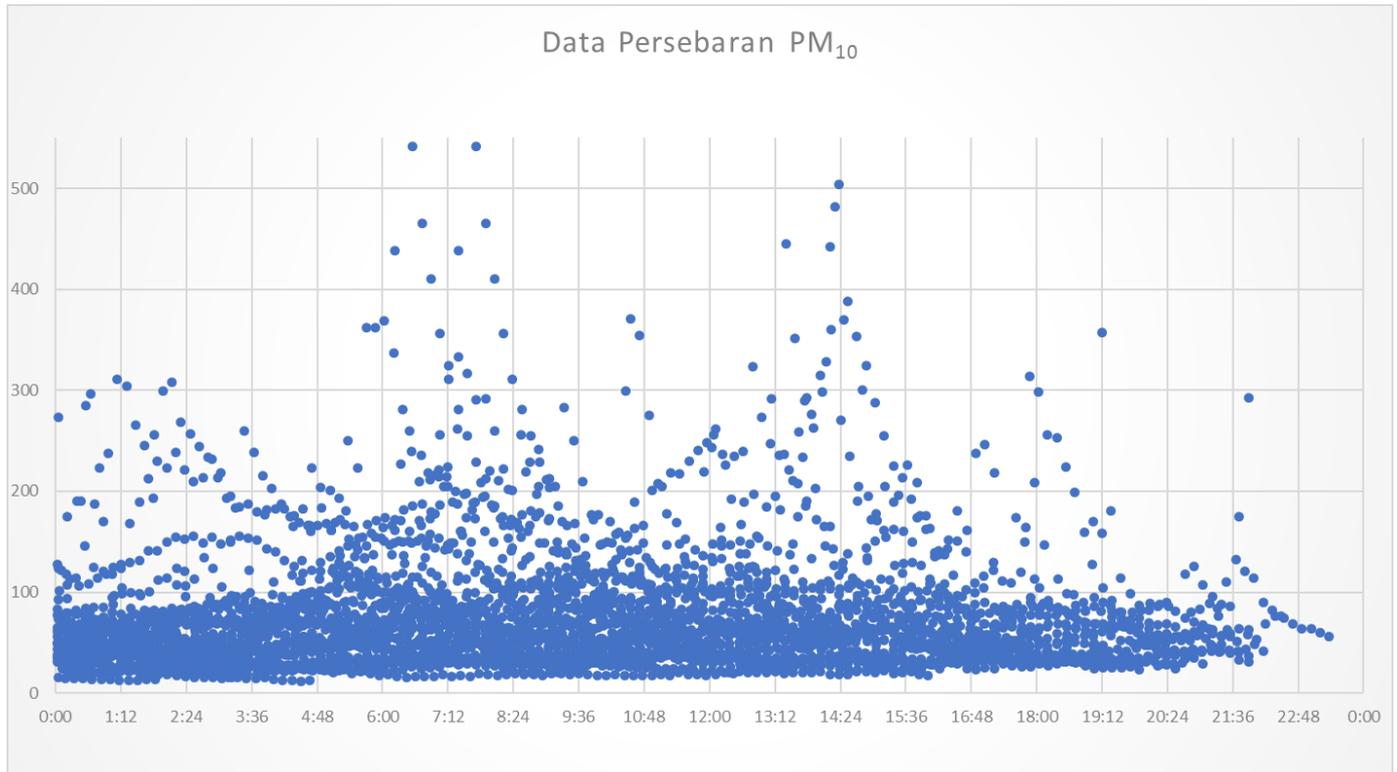
Pada Gambar 4.3 dan 4.4 dapat dilihat persebaran konsentrasi $PM_{2.5}$ dan PM_{10} dimana untuk grafik X merupakan satuan waktu dan grafik Y merupakan konsentrasi zat $PM_{2.5}$ dan PM_{10} dalam bentuk $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Grafik $PM_{2.5}$ dapat dilihat terdapat $PM_{2.5}$ 73% di atas baku mutu dan dilihat dari grafik terjadi peningkatan yang signifikan pada pagi hari pukul 01.00-05.00 kemudian pada siang hari pukul 08.00-14.00. Berdasarkan hasil uji statistik dan kuisioner yang sudah dilakukan yaitu peningkatan ini terjadi dikarenakan pada dini hari penggunaan AC yang berdasarkan kuisioner penghuni rata-rata mulai dinyalakan sekitar pukul 23.00-06.00 dan juga

pada pagi hingga siang hari terjadi karena bukaan jendela dan penggunaan kipas dimana berdasarkan kuisioner bukaan jendela mulai dibuka sekitar pagi hari pukul 07.30-15.00 dan penggunaan kipas sendiri rata-rata penghuni apartemen dilakukan pada pukul 10.00-13.00. Terjadi juga penurunan yang signifikan mulai pukul 14.00 hingga 17.00 kemudian naik lagi pada pukul 17.00-19.00 dikarenakan berdasarkan kuisioner rata-rata penghuni apartemen melakukan kegiatan memasak dimana kegiatan memasak dapat meningkatkan partikulat itu sendiri. Pada pukul 19.00-23.00 terjadi penurunan karena suhu pada malam hari lebih rendah dari siang hari sehingga juga berpengaruh dalam penurunan $PM_{2.5}$.

Grafik PM_{10} dapat dilihat terdapat 55% yang berada di atas baku mutu dan terjadi peningkatan yang cukup tinggi pada pagi hari pukul 06.00 hingga pukul 10.00 dimana berdasarkan hasil kuisioner penghuni rata-rata waktu bukaan jendela pada pagi hari pada sore hari terjadi peningkatan karena memasak pada sore hari namun grafik hampir rata-rata ada di atas baku mutu dikarenakan kelembaban yang di atas 40% juga berpengaruh di dalam tingginya PM_{10} .



Gambar 4. 3 Data Persebaran PM_{2.5}



Gambar 4. 4 Data Persebaran PM₁

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB V

Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis data dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan yaitu:

1. Kondisi dari konsentrasi $PM_{2.5}$ dan PM_{10} pada unit apartemen yang diteliti menurut baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan No,1077 Tahun 2011 konsentrasi $PM_{2.5}$ dari total 40 unit apartemen yang diteliti memiliki nilai konsentrasi yang berada di atas baku mutu sebanyak 73 % unit apartemen. Konsentrasi PM_{10} dari total unit apartemen yang diteliti memiliki konsentrasi di atas baku mutu sebanyak 55% unit apartemen.
2. Hasil dari analisis kegiatan aktivitas penghuni terhadap kualitas udara ruang unit apartemen parameter $PM_{2.5}$ dan PM_{10} membuktikan bahwa konsentrasi yang diteliti ternyata dipengaruhi oleh kelembaban, suhu, jumlah furniture, jumlah AC, jumlah *Exhaust fan*, waktu membersihkan, bukaan jendela, penggunaan AC, memasak, penggunaan kipas, perilaku merokok berdasarkan hasil uji statistik. Sedangkan jumlah kipas dan jumlah kamar tidak signifikan atau tidak memiliki pengaruh pada konsentrasi yang diteliti.

5.2. Saran

Saran dari penelitian yang telah dilakukan yaitu :

1. Menambah periode penelitian pengukuran pada setiap unit apartemen dan jumlah sampling pada unit apartemen.
2. Menambah variabel X pada kuisisioner yang berhubungan dengan $PM_{2.5}$ atau PM_{10} agar didapatkan kenaikan pada nilai R^2 (nilai determinasi). Contoh pemakaian parfum dan obat nyamuk semprot, pencahayaan.
3. Selain melakukan pengukuran konsentrasi $PM_{2.5}$ atau PM_{10} didalam unit apartemen, pengukuran juga dilakukan didaerah luar sekitar apartemen untuk mengetahui pengaruh hubungan konsentrasi CO dan NO_2 terhadap aktivitas saat jendela dibuka.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

Daftar Pustaka

- A. C.K. Lai, K. M. (2008). *An Evaluation Model for indoor environmental quality (IEQ) acceptance in residential buildings*. Hongkong.
- Agung. (2005). *Pencemaran Udara : Dampak Pencemaran Udara Pada Lingkungan*. Berita Dirgantara 2,1.
- Bin Cao, Q. Q. (2011). Development of a multivariate regression model for overall satisfaction in public buildings based on field studies in beijing and shanghai. 1-6.
- Chandra. (2006). *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: EGC.
- Evrianto, W. (2012). *Selamatkan Bumi melalui Kontruksi Hijau*. Yogyakarta.
- Janssen. (2011). Black Carbon as an Additional Indicator of Adverse Health Effect of Airbone Particles Compared with PM. *Environemntal Health Perspectives*.
- Kristanto. (2002). *Ekologi Industri*. Yogyakarta: Andi Ofset.
- L.T. Wong, K. M. (2006). A multivariate-logistic model for acceptance of indoor environmental quality (IEQ) in offices. 1-6.
- Nur Riana, A. S. (2014). Prediction and Modelling of Total Suspended Particulate Generation on Ultisol and Andisol Soil. 1-5.
- Peraturan Gubernur DIY Nomor 8 Tahun 2010. (n.d.). Program Langit Biru tahun 2009-2013.
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1077 Tahun 2011. (n.d.). Indeks Kualitas Udara Ruang.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2020. (n.d.). Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di daerah.

- Roberts, P. T., Reid, S. B., & Eisinger, D. S. (2010). Construction Activity, Emissions and Air Quality Impacts.
- Rui Tang, Z. W. (2007). Field Study on indoor air quality of urban apartments in severe cold region in China. 1-9.
- Sekaran. (2006). *Metedologi Penelitian untuk Bisnis*. Jakarta: Salemba empat.
- Sugiarti. (2009). *Air Pollutan Gasses and The Infulence of Human Healt*. Makassar: UNM Makassar.
- Sugiyono. (2002). *Metode Penelitian Administrasi*. Bandung: CV Alfabeta.
- Sumadi, S. (2012). *Metodologi Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- USEPA U.S Environmental Protection Agency. (2007). *Presentedat the Air Monitoring*. Atlanta.
- Vivi Roza, M. I. (2015). Korelasi Konsentrasi Particulate Matter (PM) di Udara dan kandungan timbal (Pb) dalam rambut petugas SPBU di kota pekanbaru. 1-9.
- Wardhana. (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Wufran. (2-12). *Evaluasi Program Monitoring Kualitas Udara Dalam Upaya Kontrol Pencemaran Udara di Kota Semarang*. Semarang: Universitas Diponegoro.

LAMPIRAN A
DAFTAR PERTANYAAN KUISIONER KUALITAS UDARA
DALAM RUANG

LAMPIRAN B
Hasil Sampling dan Rekap Data Kuisisioner Penghuni
Apartemen

Data Kuisisioner penghuni dan sampling di apartemen dilampirkan di lampiran B

Berikut keterangan satuan di tabel:

- Konsentrasi PM₁₀: $\mu\text{g} / \text{m}^3$
- Konsentrasi PM_{2.5}: $\mu\text{g} / \text{m}^3$
- Kelembaban: %
- Suhu: Celcius
- Bukaan Jendela: (1=buka dan 0=tutup)
- Penggunaan AC: (1=nyala dan 0=mati)
- Furniture: unit
- Jumlah AC: unit
- Memasak: (1=memasak dan 0=tidak memasak)
- Jumlah *Exhaust Fan*: unit
- Kipas: unit
- Penggunaan Kipas: (1=nyala dan 0=mati)
- Jumlah Kamar: unit
- Waktu membersihkan Apartemen: frekuensi membersihkan

Lampiran C

Berita Acara Seminar Progress dan Sidang Akhir , Form Asistensi
dan Form Perbaikan Ujian Lisan



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111
Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

FORM FTA-03

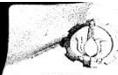
KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : ALVIN CHRISTIANTA SEMBIRING
NRP : 0321144000039
Judul : PENGARUH KARAKTERISTIK PENGHUNI APARTEMEN TERHADAP KUALITAS UDARA DALAM UNIT APARTEMEN DI SURABAYA PADA PARAMETER PARTICULATE MATTER (PM) DAN TOTAL SUSPENDED PARTICULATE (TSP)

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1	13-2-2018	Revisi Proposal Setelah sidang	[Signature]
2	20-2-2018	Mendiskusikan metode pengambilan sampel	[Signature]
3	6-3-2018	Asistensi wawancara	[Signature]
4	20-3-2018	Asistensi metode perhitungan	[Signature]
5	17-4-2018	Asistensi Pembahasan	[Signature]
6	25-4-2018	Asistensi kesimpulan & Bab IV	[Signature]
7	23-5-2018	Asistensi proyek revisi	[Signature]
8	5-6-2018	Asistensi proyek revisi	[Signature]

Surabaya, 21 Juni 2018
Dosen Pembimbing,

Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST, MEPM



KTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR
 Periode: Genap 2017/2018

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)
 No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR KTA-02
 Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing
 Seminar Kemajuan Tugas Akhir

Hari, tanggal Jumat 4 Mei 2018
 Pukul 15.30-16.30
 Lokasi TL103
 Judul PENGARUH KARAKTERISTIK APARTEMEN TERHADAP KUALITAS UDARA PARAMETER PM2.5 DAN PM10 DALAM RUANG
 Nama Alvin Christianta Sembiring
 NRP. 3314100039
 Topik Penelitian Lapangan

Nilai TOEFL 430
 Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Seminar Kemajuan Tugas Akhir
1.	Bab 3 → alat foto ada di bab 3, metode apa, ska terbalik apa belum
2.	Reduksional laporan diperbaiki
3/73	Pembahasan sitasi diperbaiki
1/50	Unit & tambahan
5.	Mitigasi kuantitas SPSS di Bab 4
2.	Kesimpulan diperbaiki
-	Judul : landscaping interior & aktivitas penghuni
-	Judul sampel 40 → evaluasi → pendeteksi karena masalah foto memunculkan

Pembimbing akan menyerahkan formulir KTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana
 ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing
 & dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Sarkan hasil evaluasi Dosen Pengarah dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

1. Dapat melanjutkan ke Tahap Ujian Tugas Akhir
2. Tidak dapat melanjutkan ke Tahap Ujian Tugas Akhir

Pembimbing

Arie Dipareza Syafe'i, ST., MPEM

()



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FTLK-ITS
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN - ITS
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5946300, Fax: 031-5928367

UTA-S1-TL-02 TUGAS AKHIR
Periode: Ganjil 2017/2018

Kode/SKS : RE141551 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-02
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal	Kamis, 12 Juli 2018	Nilai TOEFL	480
Pukul	08.00 - 10.00		
Lokasi	TL-101		
Judul	Pengaruh Karakteristik Penghuni Apartemen Terhadap Kualitas Udara dalam Ruang Apartemen pada Parameter PM2.5 dan PM10		
Nama	Alvin Christianta Sembiring	Tanda Tangan	
NRP.	0321144000039		
Topik	Penelitian		

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir
1.	Mays? paku?
2.	Geometri
3.	Kalibrasi →
4.	partikulat & debu
5.	Statistik?
6.	Tabel --? dgn hasil
7.	VIF antar X
8.	Aktivitas
9.	rum

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus dibawa mahasiswa saat susutansi kepada Dosen Pembimbing
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

1. Lulus Ujian Tugas Akhir
2. harus mengulang Ujian Tugas Akhir semester berikutnya
3. Tugas Akhir dinyatakan gagal atau harus mengganti Tugas Akhir (lebih dari 2 semester)

Dosen Pembimbing
Dr. Eng Arif Dipareza Syafel, ST., MEPM

()



FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : Awin Christanta S.
NRP : 03211440000030
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Aktivitas Penghuni Apartemen Terhadap Kualitas Udara Dalam Ruang Apartemen Pada Peris 22, PM10

No	Saran Perbaikan (sesuai Form UTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)
1.	Judul TA kurang karakteristik	diganti Aktivitas
2.	Jumlah sampling dimasukkan	Sudah dimasukkan di bab 3
3.	list nama departemen di susun ulang	Sudah tercantum di bab 3
4.	Tipe diperbaiki	Sudah sesuai format
5.	Analisis Sess diperbaiki	Sudah ditambahkan multi korelasi dll di bab 4

Dosen Pembimbing,

Mahasiswa Ybs., 25-07-2013

Dr. Eng. Agus Daryono S.T, M.P.P.

Hin

BIOGRAFI PENULIS



Penulis lahir di Kota Surabaya pada tanggal 01 Juni 1996. Penulis memulai pendidikan dasar pada tahun 2002-2008 di SD Kristen Petra 11 Surabaya, pendidikan tingkat menengah pertama di SMP Kristen Petra 1 Surabaya pada tahun 2008-2011 dan pendidikan tingkat atas di SMA Kristen Petra 1 Surabaya pada tahun 2011-2014. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan S1 di Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan ITS Surabaya pada tahun 2014-

2018.

Selama masa perkuliahan, penulis aktif sebagai panitia dan organisasi seperti Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) sebagai staf komunikasi dan informasi komunitas Kelompok Pecinta dan Pemerhati Lingkungan (KPPL) HMTL pada periode kepengurusan 2015/2016 dan pada periode kepengurusan 2016/2017 menjadi kepala divisi konservasi alam komunitas Kelompok Pecinta dan Pemerhati Lingkungan (KPPL). Penulis juga pernah menjabat sebagai Koor Akomodasi dan Transport Environation 2016 kemudian menjadi Ketua Young Engineer Scientist Summit (YESS) Asean ITS. Penulis juga mengikuti berbagai macam kegiatan pelatihan dan seminar. Penulis memiliki pengalaman kerja praktik di PT JOB Jadestone Energy dengan mengambil topik tentang Studi Pengurangan Emisi. Selama studi di ITS, penulis beasiswa. Pada tahun 2016/2017 mendapatkan beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik (PPA) Dikti.. Penulis dapat dihubungi via email Alvincsembiring@gmail.com.