

TUGAS AKHIR - RE 184804

**PERENCANAAN PENGGUNAAN TANAMAN HIAS
UNTUK FITOREMEDIASI RUANGAN DALAM
(*INDOOR*) APARTEMEN DARI PAJANAN
PARTIKULAT**

ELFIRA APRILIA

03211840000107

Dosen Pembimbing

Bieby Voijant Tangahu, ST., MT., Ph.D.

NIP 19710818 199703 2 001

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022



TUGAS AKHIR - RE 184804

**PERENCANAAN PENGGUNAAN TANAMAN HIAS UNTUK
FITOREMEDIASI RUANGAN DALAM (*INDOOR*)
APARTEMEN DARI PAJANAN PARTIKULAT**

ELFIRA APRILIA

03211840000107

Dosen Pembimbing

Bieby Voijant Tangahu, ST., MT., Ph.D.

NIP 19710818 199703 2 001

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022



FINAL PROJECT - RE 184804

**DESIGNING THE USE OF ORNAMENTAL PLANTS FOR
PHYTOREMEDIATION OF INDOOR APARTMENTS FROM
PARTICULATE MATTER EXPOSURE**

ELFIRA APRILIA

03211840000107

Advisor

Bieby Voijant Tangahu, ST., MT., Ph.D.

NIP 19710818 199703 2 001

DEPARTEMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING

Faculty of Civil, Planning, and Geo Engineering

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN PENGGUNAAN TANAMAN HIAS UNTUK FITOREMEDIASI RUANGAN DALAM (*INDOOR*) APARTEMEN DARI PAJANAN PARTIKULAT





TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh Sarjana Teknik pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh : **ELFIRA APRILIA**

NRP. 03211840000107

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

- | | | |
|---|------------|---|
| 1. Bieby Voijant Tangahu, ST., MT., Ph.D. | Pembimbing |  |
| 2. Ir. Atiek Moesriati M.Kes. | Penguji |  |
| 3. Ipung Fitri Purwanti, ST., MT., Ph.D. | Penguji |  |
| 4. Harmin Sulisiyaning Titah, ST., MT., Ph.D. | Penguji |  |



PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : Elfira Aprilia / 03211840000107
Departemen : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing / NIP : Bieby Voijant Tangahu, ST., MT., Ph.D /
19710818 199703 2 001

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "Perencanaan Penggunaan Tanaman Hias untuk Fitoremediasi Ruangan Dalam (*Indoor*) Apartemen dari Paparan Partikulat" adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Mengetahui

Dosen Pembimbing



(Bieby Voijant Tangahu, S.T., M.T., Ph.D)
NIP. 19710818 199703 2 001

Surabaya, Juli 2022

Mahasiswa,



(Elfira Aprilia)
NRP. 03211840000107

Perencanaan Penggunaan Tanaman Hias untuk Fitoremediasi Ruangan Dalam (*Indoor*) Apartemen dari Paparan Partikulat

Nama Mahasiswa / NRP : Elfira Aprilia / 0321184000107
Departemen : Teknik Lingkungan FTSPK - ITS
Dosen Pembimbing : Bieby Voijant Tangahu, ST., MT., Ph.D.

Abstrak

Kualitas udara di dalam ruangan merupakan parameter yang mengindikasikan kondisi udara di dalam ruangan apartemen tersebut. Kualitas udara yang buruk dapat didefinisikan sebagai pencemaran udara. Pencemaran udara dalam ruang merupakan suatu keadaan adanya polutan yang konsentrasinya dapat berisiko menimbulkan gangguan kesehatan manusia seperti penyakit paru-paru, jantung, iritasi mata, alergi, asma, dan flu. Salah satu jenis pencemar udara yang berdampak pada kesehatan adalah *Particulate Matter* (PM) karena bersifat *respirable* yang memicu terjadinya gangguan pernapasan yaitu Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA). Terdapat beberapa faktor yang menjadi penyebab berpengaruhnya konsentrasi partikulat di dalam ruangan yang dilakukan penghuni apartemen, salah satunya adalah faktor dari luar ruangan seperti pengaruh dari aktivitas transportasi. Fitoremediasi merupakan salah satu solusi untuk mereduksi partikulat yang berlebih. Sehingga tujuan yang ingin dicapai dari perencanaan ini adalah untuk mengidentifikasi paparan partikulat di dalam ruangan apartemen, menginventarisasi tanaman hias yang sesuai dalam fitoremediasi udara *indoor*, serta merencanakan kebutuhan tanaman hiasnya.

Pengukuran konsentrasi partikulat dilakukan di dalam ruangan apartemen pada 3 lokasi unit yang sudah ditentukan. Pemilihan ruangan apartemen dengan memperhatikan jarak dari ruangan ke lahan parkir sebagai pembandingnya. Setelah dilakukan pengukuran partikulat, 3 dari 3 unit untuk pengukuran konsentrasi PM_{2,5} menunjukkan hasil di atas baku mutu menurut Peraturan Menteri Kesehatan No. 1077 Tahun 2011. Sedangkan untuk pengukuran PM₁₀, hanya 1 dari 3 unit yang hasil pengukurannya berada di atas baku mutu. Karena memiliki beberapa kelebihan, maka untuk mereduksi konsentrasi partikulat di dalam ruangan, digunakan metode fitoremediasi dengan menggunakan tanaman hias. Fitoremediasi sendiri merupakan metode untuk membersihkan maupun mengontrol kontaminan dengan menggunakan tumbuhan. Kebutuhan tanaman hias dalam ruangan direncanakan dengan memperhatikan tingkat reduksi tanaman supaya konsentrasi partikulat tidak melebihi baku mutunya dan dihitung dengan metode pendekatan.

Didapatkan hasil pengukuran yang telah dilakukan, yaitu konsentrasi tertinggi PM_{2,5} pada unit A adalah 58,7 µg/m³, untuk PM₁₀ adalah 74,3 µg/m³. Pada unit B, konsentrasi tertinggi PM_{2,5} adalah 46,5 µg/m³ sedangkan konsentrasi PM₁₀ adalah 59,7 µg/m³. Konsentrasi PM_{2,5} tertinggi pada unit C adalah 35,8 µg/m³, sedangkan untuk konsentrasi PM₁₀ adalah 54,1 µg/m³. Perencanaan penggunaan tanaman hias dilakukan perhitungan dengan metode pendekatan. Setelah dilakukan perhitungan, total kebutuhan tanaman untuk masing-masing unit berbeda. Pada unit A dan B, direncanakan 3 tanaman hias, sedangkan untuk unit C hanya membutuhkan 2 tanaman hias untuk mereduksi PM_{2,5} dan PM₁₀. Ilustrasi pemanfaatan tanaman hias dalam ruangan disajikan dalam bentuk gambar.

Kata Kunci: Fitoremediasi, Tanaman Hias, Partikulat, Pencemaran Udara, Ruangan Dalam Apartemen

Designing The Use of Ornamental Plants for Phytoremediation of Indoor Apartments from Particulate Matter Exposure

Student Name / NRP: Elfira Aprilia / 03211840000107

Departement : Environmental Engineering CIVPLAN - ITS

Advisor : Bieby Voijant Tangahu, ST., MT., Ph.D.

Abstract

Indoor air quality is a parameter that indicates the air condition in the room. Poor air quality can be defined as air pollution. Indoor air pollution is a condition of the presence of pollutants whose concentrations can be at risk of causing human health problems such as lung disease, heart disease, eye irritation, allergies, asthma, and flu. One type of air pollutant that has an impact on health is Particulate Matter (PM) because it is respirable which triggers respiratory disorders, namely Acute Respiratory Infections (ARI). There are several factors that cause the influence of indoor particulate concentrations by apartment residents, one of which is external factors such as the influence of transportation activities. Phytoremediation is one solution to reduce excess particulates. Thus, the aims of this planning are to identify particulate exposures in the apartment room, take an inventory of ornamental plants that are suitable for indoor air phytoremediation, and plan ornamental plant needs.

Measurements of particulate concentrations were carried out in the apartment room at 3 predetermined unit locations. The choice of apartment space by taking into account the distance from the room to the parking lot as a comparison. After measuring particulates, 3 out of 3 units for measuring the concentration of PM_{2,5} showed results above the quality standard according to the Peraturan Menteri Kesehatan No. 1077 Tahun 2011. As for PM₁₀ measurement, only 1 of 3 units whose measurement results are above the quality standard. Because it has several advantages, to reduce the concentration of particulates in the room, phytoremediation methods are used using ornamental plants. Phytoremediation is a method for cleaning or controlling contaminants using plants. The need for indoor ornamental plants is planned by taking into account the level of plant reduction so that the particulate concentration does not exceed the quality standard and is calculated by the approach method.

The results of the measurements that have been carried out are that the highest concentration of PM_{2,5} in unit A is 58,7 µg/m³, for PM₁₀ is 74,3 µg/m³. In unit B, the highest concentration of PM_{2,5} was 46,5 µg/m³ while the concentration of PM₁₀ was 59,7 µg/m³. The highest PM_{2,5} concentration in unit C was 35,8 µg/m³, while the highest PM₁₀ concentration is 54,1 µg/m³. Designing the use of ornamental plants is calculated using the approach method. After calculating, the total plant requirements for each unit are different. In units A and B, 3 ornamental plants are planned, while for unit C only 2 ornamental plants are needed to reduce PM_{2,5} and PM₁₀. Illustrations of the use of ornamental plants in the room are presented in the form of images.

Keywords: Air Pollution, Indoor Apartment, Ornamental Plants, Particulates, Phytoremediation.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena hanya dengan rahmat dan pertolonganNya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir tepat pada waktunya. Tugas akhir dapat terlaksana dengan baik atas bantuan dan bimbingan dari pihak-pihak yang terkait dalam pelaksanaannya. Oleh karena itu, perkenankan penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Bieby Voijant Tangahu, S.T., M.T., Ph.D selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang telah menyediakan banyak waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan arahan, bimbingan, dan saran.
2. Ibu, Harmin Sulistiyaning Titah, S.T., M.T., Ph.D, Ibu Ipung Fitri Purwanti S.T., M.T., Ph.D, selaku Dosen Pengarah pada seminar proposal, seminar kemajuan, maupun Dosen Penguji pada ujian lisan yang telah memberikan arahan, saran, dan kritik yang membangun.
3. Bapak Dr. Arie Dipareza Syafei ST., MEPM dan Ibu IDAA Warmadewanthi ST., MT., PhD, selaku Dosen Pengajar di Teknik Lingkungan yang telah berbaik hati meminjamkan penulis alat guna menunjang pengukuran untuk kebutuhan perencanaan.
4. Fendityo Fathoni, Thirafi Hayfla Zata Amani, serta Nafilla Khusna yang berkenan untuk menjadi responden pada Tugas Akhir ini.
5. Keluarga serta teman-teman yang selalu mendukung, mendoakan, memberikan semangat, serta membantu penulis dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam penyusunan laporan ini. Oleh karena itu penulis menerima kritik dan saran agar dapat menjadi evaluasi bagi penulis dan bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, Juli 2022

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	Error! Bookmark not defined.
Abstrak.....	i
Abstract.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Ruang Lingkup.....	2
1.5 Manfaat	2
BAB 2.....	3
TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Pencemaran Udara di Dalam Ruangan	3
2.2 <i>Particulate Matter</i> (PM)	3
2.2.1 Mekanisme Paparan Partikulat.....	4
2.2.2 Pengaruh <i>Particulate Matter</i> (PM) Terhadap Kesehatan.....	4
2.2.3 Baku Mutu Udara Dalam Ruang.....	5
2.3 Fitoremediasi.....	6
2.3.1 Sirih Gading (<i>Epipremnum aureum</i>).....	7
2.3.2 Lili Paris (<i>Chloropytum comosum</i>)	8
2.3.3 Beringin Putih (<i>Ficus benjamina</i>).....	9
2.3.4 Bougainville (<i>Bougainvillea spectabilis</i>)	10
2.3.5 Puring (<i>Codiaeum variegatum</i>).....	10
2.3.6 <i>Pachira aquatica</i> (Money Tree).....	11
2.3.7 <i>Nephrolepis exaltata var. Bostoniensis</i> (Pakis Boston)	12
BAB 3.....	13
METODE PERENCANAAN.....	13
3.1 Umum	13

3.1.1	Kajian Pustaka	13
3.1.2	Perencanaan	13
3.2	Kerangka Perencanaan Tugas Akhir	13
3.3	Langkah-langkah Studi	15
3.3.1	Penggalian Ide	15
3.3.2	Perumusan Masalah	15
3.3.3	Studi Literatur	15
3.3.4	Pengumpulan Data	15
3.3.4.1	Pengukuran Konsentrasi	15
3.3.4.2	Survei Kendaraan Bermotor	20
BAB 4	.....	23
PERENCANAAN	.....	23
4.1	Pengumpulan Data	23
4.1.1	Identifikasi Hasil Pengukuran Partikulat di Dalam Ruangan Unit Apartemen	23
4.1.1.1	Konsentrasi Puncak	27
4.1.1.2	Uji Statistik ANOVA	30
4.2	Perencanaan Tanaman Hias	30
BAB 5	.....	37
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	37
5.1	Kesimpulan	37
5.2	Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	.....	39
LAMPIRAN A	.....	43
LAMPIRAN B	.....	49
BIOGRAFI PENULIS	.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Partikulat	5
Tabel 2.2 Kelebihan dan Kekurangan Fitoremediasi	6
Tabel 2.3 Rekapitulasi Removal Inventarisasi Tanaman	12
Tabel 3.1 Pengumpulan Data.....	15
Tabel 3.2 Jarak Lahan Parkir dengan Unit Terkait.....	16
Tabel 3.3 Konversi Jenis Kendaraan ke Satuan Mobil Penumpang.....	21
Tabel 4.1 Konsentrasi Partikulat di Dalam Ruangan Unit A	24
Tabel 4.2 Konsentrasi Partikulat di Dalam Ruangan Unit B.....	25
Tabel 4.3 Konsentrasi Partikulat di Dalam Ruangan Unit C.....	25
Tabel 4.4 Jam Puncak Konsentrasi.....	27
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Konsentrasi Minggu Ke-2.....	27
Tabel 4.6 Hasil Survei Jumlah Kendaraan Minggu Ke-2.....	28
Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Konsentrasi Minggu Ke-3.....	29
Tabel 4.8 Hasil Survei Jumlah Kendaraan Minggu Ke-3.....	29
Tabel 4.10 Target Removal	31
Tabel 4.11 Target Removal PM _{2,5} Tanaman 1.....	32
Tabel 4.12 Kebutuhan Tanaman Hias 1 (<i>Pachira aquatica</i>).....	32
Tabel 4.13 Kebutuhan Tanaman Hias 2 (<i>Chloropytum comosum</i>)	32
Tabel 4.14 Rentang Harga Tanaman	35
Tabel 4.15 RAB Pengadaan Tanaman.....	35

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema faktor konsentrasi partikulat	4
Gambar 2.2 Tanaman Sirih Gading	8
Gambar 2.3 Tanaman Lili Paris	9
Gambar 2.4 Tanaman Beringin Putih	9
Gambar 2.5 Tanaman Bougenville	10
Gambar 2.6 Tanaman Puring	11
Gambar 2.7 Tanaman Money Tree	11
Gambar 2.8 Tanaman Pakis Boston	12
Gambar 3.1 Kerangka Perencanaan	14
Gambar 3.2 Lokasi Apartemen Puncak Kertajaya	16
Gambar 3.3 Lokasi Apartemen Puncak Kertajaya secara Dekat	17
Gambar 3.5 Alat AirVisual Pro	18
Gambar 3.6 Sketsa Ruangan Unit	18
Gambar 3.7 Denah Unit A di lantai 2	19
Gambar 3.8 Denah Unit B di lantai 7	19
Gambar 3.9 Denah Unit C di lantai 12	19
Gambar 3.10 Lokasi Pelaksanaan Survei	20
Gambar 3.11 Area Parkir Apartemen	20
Gambar 4.1 Ruangan Unit A	23
Gambar 4.2 Ruangan Unit B	23
Gambar 4.3 Ruangan Unit C	24
Gambar 4.4 Konsentrasi Partikulat Minggu Ke-1	26
Gambar 4.5 Konsentrasi Jam Puncak saat Pengukuran Volume Kendaraan Minggu Ke-2	28
Gambar 4.6 Konsentrasi Jam Puncak saat Pengukuran Volume Kendaraan Minggu Ke-3	29

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hidup di apartemen merupakan salah satu solusi manusia dalam memilih tempat hunian di daerah dengan lahan yang semakin minimal. Pada perkotaan, apartemen dirancang untuk dapat memwadhahi seluruh aktivitas hunian dengan luas unit apartemen yang cenderung kecil. Mayoritas orang yang pergi merantau, memilih untuk menyewa kamar kos maupun unit apartemen sebagai tempat tinggalnya karena luasnya ruangan yang cukup untuk perorangan. Berdasarkan Sembiring (2018), kualitas lingkungan di dalam ruangan ditentukan oleh thermal, akustik dan lingkungan bercahaya, dan kualitas udara. Terdapat beberapa faktor penyebab yang berpengaruh terhadap konsentrasi partikulat di dalam ruangan yang dilakukan oleh penghuni seperti kegiatan memasak, merokok, penggunaan kipas, jumlah *exhaust fan*, waktu membersihkan, jumlah AC, jumlah *furniture*, suhu, dan kelembapan maupun pengaruh emisi dari asap kendaraan di luar ruangan. Jika banyaknya kegiatan di dalam ruangan tidak diimbangi dengan sirkulasi udara yang lebih baik, maka akan berdampak pada menurunnya kualitas udara dalam ruangan. Selain itu, perbedaan perlakuan aktivitas maupun kondisi di masing-masing unit tentu akan berpengaruh pada hasil ukur parameter yang berbeda-beda pula.

Dampak dari adanya pencemar udara dalam ruang terhadap kesehatan dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Gangguan kesehatan secara tidak langsung dapat berupa penyakit jantung, paru, kanker, yang sulit diobati karena fatalitasnya. Sedangkan gangguan kesehatan secara langsung yang dapat terjadi adalah iritasi hidung dan tenggorokan, mual, nyeri otot, iritasi mata, asma, flu, dan penyakit virus-virus lainnya. Selain itu, dampak dari polutan udara yang buruk adalah dapat mengakibatkan seseorang menjadi alergi yang kemudian dapat menjadi pintu masuk bagi bakteri yang berpotensi terjadi infeksi.

Salah satu jenis pencemar udara yang memberikan dampak yang besar terhadap kesehatan manusia adalah PM karena bersifat *respirable* yang memicu terjadinya gangguan pernapasan yaitu Infeksi Saluran Pernapasan Akut (Pujiastuti, 2013). *Particulate Matter* (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 (Sembiring, 2018). Partikulat terdapat di udara ambien baik di dalam ruangan maupun di luar ruangan. Konsentrasi partikulat di dalam ruangan berasal dari sumber di luar ruangan 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 termasuk proses pengecatan (Lazaridis *et al.*, 2015). 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).

Pada perencanaan yang akan dilakukan pada tugas akhir ini, dilakukan pengambilan sampel pada 3 lokasi dengan kondisi ruangan dalam unit apartemen yang ventilasi udaranya dekat dengan lahan parkir sebagai salah satu sumber pencemar. Dalam mengendalikan pencemaran udara di dalam ruangan, terdapat beberapa upaya yang dapat dilakukan seperti metode adsorpsi pada serat karbon aktif, biofiltrasi, secara biologis, dan oksidasi fotokatalitik. Salah satu cara untuk mereduksi polutan udara di dalam ruangan yaitu dengan menerapkan metode fitoremediasi dengan meletakkan tanaman di dalam ruangan. Peletakkan tanaman dapat dapat berfungsi untuk menyerap polutan dan juga meningkatkan nilai estetika sebagai tanaman hias. Kemampuan tanaman dalam menyerap dan mengakumulasi polutan dipengaruhi oleh

karakteristik morfologi daun, seperti ukuran, bentuk dan tekstur daun. Pada perencanaan ini, akan ditentukan tanaman hias apa saja yang dapat digunakan secara efektif dalam mereduksi kadar partikulat di dalam ruangan apartemen dan dihitung kebutuhannya pada lokasi pengambilan sampel.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan diungkapkan pada tugas akhir ini adalah:

1. Perlunya mengidentifikasi pajanan partikulat sebagai pencemar di dalam ruangan apartemen.
2. Perlu dikajinya jenis tanaman hias dalam fitoremediasi di dalam ruangan dari pajanan partikulat.
3. Perlunya perencanaan fitoremediasi dari pajanan partikulat sebagai pencemar udara di dalam ruangan apartemen dengan menggunakan tanaman hias.

1.3 Tujuan

Tujuan dilakukannya perencanaan ini antara lain adalah:

1. Mengidentifikasi pajanan partikulat di dalam ruangan unit apartemen.
2. Menginventarisasi efektivitas penggunaan tanaman hias dalam mereduksi kadar partikulat di dalam ruangan unit apartemen.
3. Merencanakan desain hasil akhir kebutuhan tanaman hias untuk mereduksi konsentrasi partikulat sebagai pencemar di dalam ruangan apartemen.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penulisan dalam Tugas Akhir yang berjudul “Perencanaan Penggunaan Tanaman Hias untuk Fitoremediasi Ruang Dalam (Indoor) Apartemen dari Pajanan Partikulat” ini adalah sebagai berikut:

1. Unsur lingkungan yang dikaji adalah udara.
2. Pengambilan sampel menggunakan alat pengukuran partikulat AirVisual Pro.
3. Pengambilan sampel dilakukan di 3 unit ruangan dalam apartemen pada unit A, B dan C dengan cara alat diletakkan di tengah ruangan selama 24 jam.
4. Perencanaan hanya untuk sumber partikulat yang berasal dari luar ruangan berupa aktivitas kendaraan di area parkir.
5. Upaya penanggulangan polutan udara di dalam ruangan dengan fitoremediasi tanaman hias. Jenis tanaman hias yang digunakan menjadi perbandingan adalah yang dapat digunakan di dalam ruangan dan hidup di daerah tropis. Jika tidak mencukupi, maka diperluas dengan jenis tanaman hias daerah subtropis.

1.5 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini adalah:

1. Memberikan kontribusi literatur yang membahas masalah mengenai pencemaran udara di dalam ruangan yang disebabkan oleh partikulat.
2. Memberikan kontribusi literatur yang membahas masalah kemampuan tanaman hias dalam meremediasi pencemar partikulat di dalam ruangan.
3. Memberikan informasi mengenai efektivitas penggunaan tanaman hias dalam meremediasi partikulat di dalam ruangan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Udara di Dalam Ruangan

Udara merupakan komponen lingkungan yang paling utama dibutuhkan untuk mempertahankan kehidupan. Menurut Wardhana (2004), udara merupakan campuran dari beberapa gas dengan perbandingan yang tidak tetap karena adanya faktor kondisi suhu udara, tekanan udara, dan lingkungan sekitarnya.

Pencemaran udara merupakan hadirnya satu atau beberapa kontaminan pada udara di luar ruangan seperti debu, busa, gas, kabut, bau-bauan, asap, maupun uap dalam jumlah yang banyak dengan berbagai sifat dan selang waktu berlangsungnya kontaminan di udara sehingga timbul gangguan-gangguan kesehatan terhadap kehidupan manusia dan tumbuhan maupun hewan (Kristanto, 2009). Pencemaran udara dalam ruangan merupakan keadaan adanya satu atau lebih polutan dalam ruangan karena konsentrasinya dapat berisiko menimbulkan gangguan kesehatan penghuni rumah (Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1077, 2011). Polusi udara yang berada di dalam ruangan lebih berbahaya hingga lima kali apabila dibandingkan dengan di luar ruangan (Rezki *et al.*, 2013). Berdasarkan informasi yang dipublikasikan oleh *World Health Organization* bahwa terdapat sebanyak 2 juta orang di dunia yang meninggal yang disebabkan oleh polusi udara, dan 1,5 juta dari 2 juta orang tersebut, meninggal karena disebabkan oleh polusi udara di dalam ruangan.

Kualitas udara di dalam ruangan dapat dipengaruhi oleh sumber-sumber yang berasal dari luar ruangan yang kemudian situasi ruangan dapat menjadi tercemar berat oleh unsur biologi. Berbagai faktor dapat mempengaruhi udara dalam ruang, diantaranya adalah bahan bangunan (asbes), struktur bangunan (ventilasi), bahan pelapis untuk *furniture* dan interior (pada pelarut organiknya), kepadatan hunian, kualitas udara luar, radiasi dari radon, formaldehid, debu, dan juga kelembapan yang berlebihan (Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1077, 2011).

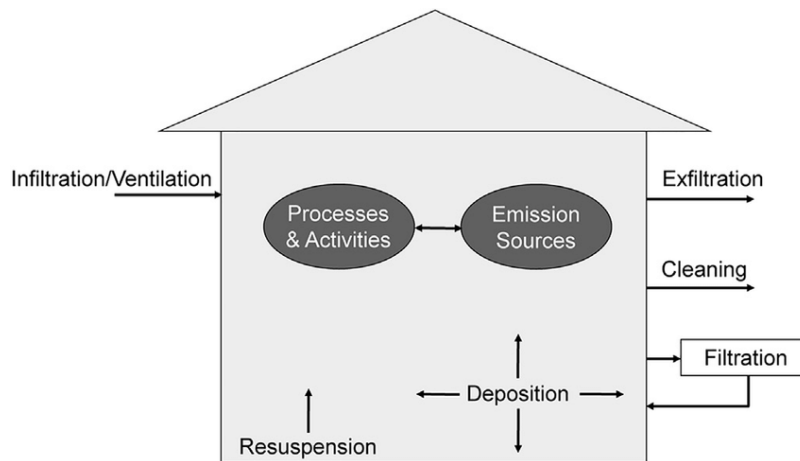
2.2 *Particulate Matter* (PM)

Particulate Matter PM merupakan partikel debu dalam emisi gas buang dari bermacam-macam komponen, bentuknya bukan hanya padatan tapi juga berbentuk cairan yang mengendap dalam partikel debu. Partikel merupakan salah satu pencemar yang sering digunakan sebagai salah satu indikator pencemaran udara untuk mengetahui tingkat bahaya dalam lingkungan di dalam ruang maupun di luar ruang terhadap kesehatan dan keselamatan kerja (Putri, 2012). Terdapat beberapa variasi ukuran partikel yang tersusun dari banyak material. Berdasarkan ukurannya, partikel dibedakan menjadi dua kategori yaitu partikulat ≤ 10 mikron (PM_{10}) dan partikel $\leq 2,5$ mikron ($PM_{2,5}$). $PM_{2,5}$ merupakan salah satu partikel yang dapat masuk ke dalam saluran pernapasan (EPA, 2007). Berdasarkan Salim (2014), partikulat dapat diistilahkan menjadi beberapa nama berdasarkan bentuk dan ukurannya, sebagai berikut:

1. Debu (*dust*): aerosol padat akibat pemecahan mekanik material besar yang berukuran dari submikrometer hingga *visible*.
2. *Fume*: aerosol padat akibat aktivitas kondensasi uap maupun gas hasil pembakaran yang berukuran $< 1 \mu m$.
3. Asap: aerosol *visible* akibat pembakaran tidak sempurna dengan ukuran $< 1 \mu m$ yang berupa padatan maupun cairan.
4. Kabut: aerosol cair akibat kondensasi atau atomisasi dengan ukuran partikel dari submikrometer hingga $20 \mu m$.

2.2.1 Mekanisme Paparan Partikulat

Partikulat yang terpajan di dalam ruangan merupakan campuran dari partikel ambien yang telah menerobos ke dalam ruangan, partikel yang dipancarkan di dalam ruangan, dan partikel yang terbentuk di dalam ruangan melalui reaksi dari fase gas yang berasal dari dalam ruang maupun luar ruangan (Morawska *et al.*, 2017). Gambar 2.1 merupakan penjelasan skematis faktor konsentrasi partikulat.



Gambar 2.1 Skema faktor konsentrasi partikulat
Sumber: Thatcher dan Layton, 1995

Partikulat masuk ke tubuh manusia melalui jalur pernapasan. Berdasarkan Djojodibroto (2015), keseluruhan saluran pernapasan (hidung hingga bronkiolus terminalis) manusia sudah dilengkapi dengan sistem pertahanan sebagai pencegah partikel-partikel bahaya masuk ke dalam tubuh agar tetap lembab oleh lendir pada seluruh permukaan. Permukaan saluran pernapasan telah dilapisi oleh epitel bersilia yang berfungsi untuk menghentikan zat asing masuk dengan kecepatan 10-20 kali per detik. Partikel yang mampu masuk ke dalam paru-paru ialah partikel berukuran 1-5 μm , dengan mekanisme sebagai berikut:

1. Partikel berukuran $>10 \mu\text{m}$ tertangkap rongga hidung, partikel berukuran 5-10 μm tertangkap pada bagian bronkus dan percabangannya, sedangkan yang berukuran $<3 \mu\text{m}$ masuk ke alveoli.
2. Di dalam area yang memiliki aliran udara turbulen, partikel yang berukuran besar akan terlempar keluar dari jalur aslinya sehingga akan menabrak dinding jalan pernapasan dan menempel pada mukus.
3. Terdapatnya gaya gravitasi dan sedimentasi akan mengakibatkan kecepatan aliran udara menjadi lambat, partikel yang ada di bronkiolus dapat masuk ke dalam alveoli.
4. Terdapatnya gerakan *brown* dapat membuat partikel yang masuk ke dalam alveoli menabrak dinding permukaan alveoli dan mengendap.

2.2.2 Pengaruh *Particulate Matter* (PM) Terhadap Kesehatan

Unsur-unsur kimia yang teridentifikasi dari PM adalah unsur Br, Mn, Al, I, V, Cl, Na, Pb, Hg, dan *Black Carbon* (BC). Partikel berada di udara untuk waktu yang relatif lama dalam keadaan melayang-layang dan masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pernafasan sehingga berpotensi mengganggu kesehatan (Vivi, 2015). Menurut US EPA (2007), pencemaran udara dapat berdampak pada kesehatan baik secara langsung maupun tidak langsung. Dampak dari gangguan kesehatan secara tidak langsung dapat terjadi beberapa tahun kemudian setelah terpajan seperti penyakit paru, jantung, dan kanker. Sedangkan gangguan kesehatan secara langsung dapat terjadi setelah terpajan, seperti iritasi mata, iritasi hidung dan

tenggorokan, sakit kepala, mual dan nyeri otot, asma, hipersensitivitas pneumonia, flu, serta penyakit-penyakit virus lainnya. Berdasarkan Pujiastutti (2013), partikulat bersifat *respirable* sehingga memicu terjadinya gangguan pernapasan. Beberapa efek kesehatan yang disebabkan oleh PM meliputi:

1. Infeksi bakteri dan jamur (dari organisme hidup).
2. Fibrosis (misalnya dari asbestos, kuarsa).
3. Kanker (misalnya dari asbestos)
4. Iritasi selaput lendir (misalnya asam dan basa)
5. Peningkatan gejala pernapasan seperti asma.
6. Efek alergi atau hipersensitivitas.

Terdapat beberapa faktor yang berpengaruh pada hubungan antara kualitas udara di dalam ruang dengan gangguan kesehatan manusia yang harus diperhatikan, diantaranya adalah kondisi lingkungan dalam ruang, konstruksi gedung dan perabotan maupun furniture, proses dan alat-alat dalam gedung, serta ventilasi ruangan. Ventilasi udara yang buruk dapat mengakibatkan buruknya distribusi udara di dalam ruangan karena kurangnya udara segar yang masuk. Kondisi lingkungan juga menjadi penting, seperti suhu ruangan, kelembapan, serta aliran udara karena hal tersebut dapat menyebabkan peningkatan absorpsi polutan kimia dalam ruangan, pertumbuhan mikroorganisme pada udara, serta dapat menimbulkan bau yang tidak sedap (Lisyastuti, 2010). Menurut Sembiring (2018), terdapat beberapa upaya penyehatan dalam mengendalikan partikulat:

- Membersihkan ruang hunian dari debu setiap hari dengan menggunakan kain pel basah atau alat penyedot debu untuk lebih maksimal.
- Pembukaan ventilasi khususnya ruangan dapur, sekurang-kurangnya 40% dari luas lantai, dengan sistem silang sehingga terjadi aliran udara, atau menggunakan teknologi yang tepat dengan kemampuan menangkap asap dan zat pencemar udara.
- Menanam tanaman di sekeliling tempat hunian untuk mengurangi masuknya debu ke dalam rumah.
- Memasang penangkap debu pada ventilasi dengan pembersihan secara periodik.

2.2.3 Baku Mutu Udara Dalam Ruang

Udara yang bebas dari pencemar sehingga tidak mengganggu kenyamanan maupun kesehatan penghuni, dapat didefinisikan sebagai kualitas udara dalam ruang yang baik. Terdapat pencemar yang bersifat racun, dengan sifat racun dan derajat keracunan pencemar adalah soal kuantitas dan kualitas sesuatu zat pencemar. Beberapa faktor kenyamanan suatu ruangan ditentukan oleh konsentrasi pencemar udara dalam ruang, bau, dan penataan segala sesuatu yang terdapat dalam ruang. Tabel 2.1 adalah baku mutu yang dapat digunakan untuk konsentrasi partikulat di dalam ruangan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077 Tahun 2011.

Tabel 2.1 Baku Mutu Partikulat

Parameter	Satuan	Kadar yang dipersyaratkan
PM _{2,5}	µg/m ³	35 dalam 24 jam
PM ₁₀	µg/m ³	≤70 dalam 24 jam

Sumber: Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077, 2011

2.3 Fitoremediasi

Fitoremediasi merupakan gabungan dari 2 kata bahasa Yunani, yaitu *phyto* yang berarti tumbuhan, dan *remediasi* yang berarti pemulihan (Ali *et al.*, 2013). Fitoremediasi merupakan suatu metode yang menggunakan tumbuhan untuk membersihkan dan mengontrol berbagai macam jenis kontaminan (Zhang *et al.*, 2010). Fitoremediasi menggunakan kemampuan alami dari tumbuhan untuk mengekstrak bahan kimia dari air, tanah dan udara dengan menggunakan energi dari sinar matahari (Doty, 2008). Kemampuan tumbuhan dalam menghasilkan enzim, dapat membantu menguraikan struktur kompleks dan dapat digunakan untuk membersihkan lokasi yang terkontaminasi (Kabra *et al.*, 2012). Keberhasilan dari metode fitoremediasi bergantung pada kemampuan kontaminan untuk dapat diserap oleh tumbuhan. Tumbuhan harus toleran terhadap kontaminan dan mampu memindahkan kontaminan dari akar hingga ke bagian di atas tanah (Lotfy *et al.*, 2014). Tabel 2.2 menunjukkan kelebihan dan kelemahan fitoremediasi.

Tabel 2.2 Kelebihan dan Kekurangan Fitoremediasi

Kelebihan	Kekurangan
Tidak memerlukan biaya yang banyak	Tidak sesuai untuk kontaminan yang berada di kedalaman yang signifikan karena distribusi akar tanaman dangkal
Teknologi ramah lingkungan dan teknologi pengolahan yang sederhana	Membutuhkan waktu yang lama
Tumbuhan yang digunakan dapat meningkatkan kualitas udara dan mengisolasi gas rumah kaca	Banyaknya konsentrasi zat kontaminan mempengaruhi pertumbuhan pada tumbuhan yang digunakan
Tidak mempengaruhi struktur tanah (mampu mempertahankan dan merangsang struktur tanah)	Hanya jenis limbah tertentu yang dapat menggunakan fitoremediasi
Bisa dikombinasikan dengan metode pengolahan limbah yang lain	Tumbuhan yang telah mengandung kontaminan, tidak dapat dibuang langsung

Sumber: *Interstate Technology and Regulatory Cooperation*, 2009

Berdasarkan Mangkoediharjo (2005), proses fitoremediasi secara umum dibedakan berdasarkan mekanisme fungsi dan struktur tumbuhan, sebagai berikut:

1. Fitoekstraksi/Fitoakumulasi
Penyerapan logam berat di dalam tanah oleh akar tumbuhan, kemudian senyawa diakumulasikan dan diteruskan ke bagian tumbuhan seperti akar, batang dan daun tumbuhan. Proses ini dapat disebut dengan hiperakumulator.
2. Rhizofiltrasi
Proses adsorpsi atau pengendapan zat kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar atau pemanfaatan kemampuan akar tumbuhan untuk menyerap, mengendapkan, dan mengakumulasi logam dari aliran limbah.
3. Fitostabilisasi
Tumbuhan menarik zat-zat kontaminan tertentu pada akar karena tidak dapat terserap ke dalam batang tumbuhan. Zat-zat tersebut menempel erat (stabil) pada akar sehingga

tidak akan terbawa oleh aliran air dalam media. Proses ini secara tipikal digunakan untuk dekontaminasi zat-zat anorganik.

4. Rizodegradasi

Penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas mikroba di sekitar tumbuhan.

5. Fitodegradasi

Tumbuhan menguraikan zat kontaminan yang mempunyai rantai molekul kompleks menjadi bahan yang tidak berbahaya sehingga dapat berguna untuk pertumbuhan tumbuhan itu sendiri.

6. Fitovolatilisasi

Proses menarik dan transpirasi zat kontaminan oleh tumbuhan dalam bentuk yang telah menjadi larutan terurai (volatil) sebagai bahan tidak berbahaya lagi untuk selanjutnya diupkan ke atmosfer.

Tanaman hias merupakan salah satu jenis tanaman yang dapat digunakan sebagai fitoremediator partikulat di dalam ruangan. Polutan diakumulasikan dengan *foliar interception* dan tanaman dengan struktur daun yang kasar seperti trikoma akan lebih efisien dibandingkan dengan tanaman dengan permukaan yang halus (Lohr dan Pearson, 1996). Tanaman yang tumbuh dengan mikroorganisme terkait dapat menyerap, direduksi, didetoksifikasi, dan juga dapat berguna untuk siklus hidup tanaman. Efisiensi fitoremediasi di dalam ruangan dipengaruhi oleh sistem pertumbuhan yang dipilih. Pada beberapa penelitian, membuktikan bahwa tanaman memiliki kemampuan menyerap, mendistribusi dan/atau mentransport polutan organik ke mikroorganisme yang ada pada rizosfer dan phyllosphere (Sorkhoh *et al.*, 2011). Terdapat tanaman yang dapat digunakan sebagai fitoremediator menurut Youngman (1999), diantaranya adalah tanaman dengan sifat:

- Pertumbuhan yang cepat
- Mampu mengkonsumsi air dalam jumlah yang banyak pada waktu yang singkat
- Toleransi pada polutan

Berdasarkan Fakuara (1986), pemilihan tanaman untuk menyerap partikulat di udara harus memperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

- Dapat menggugurkan daun pada periode tertentu supaya daun baru yang tumbuh dapat menyaring partikulat dan tanaman tidak mati karena permukaan daunnya yang akan tertutup dengan partikulat.
- Mempunyai tajuk yang rimbun dan rapat
- Mempunyai daya tahan yang tinggi karena adanya partikulat yang terakumulasi pada permukaan daun akan mengganggu proses fotosintesis.

Berikut ini merupakan inventarisasi tanaman hias yang hidup di daerah tropis dengan kemampuannya dalam mereduksi partikulat.

2.3.1 Sirih Gading (*Epipremnum aureum*)

Sirih Gading merupakan salah satu tanaman yang baik untuk menangkap PM_{2,5} dalam ruangan (Cao *et al.*, 2019). Permukaan daun sirih gading bertekstur kasar dan terdapat lapisan lilin yang memungkinkan penangkapan PM_{2,5}. Sirih gading dapat menurunkan konsentrasi PM_{2,5} sebesar 25%. (Eskawiyanti, 2018). Namun menurut penelitian yang dilakukan oleh Jeong *et al.* (2020), kemampuan sirih gading dalam mereduksi partikulat mencapai 35%. Mikroorganisme di dalam filosfer sirih gading yang memiliki kemampuan untuk melakukan fitoremediasi PM_{2,5} adalah *Aspergillus niger* dan *Aspergillus fumigatus* (Haq *et al.*, 2021). Sirih gading dapat hidup dengan baik dengan media tanam air, seringkali digunakan sebagai hiasan maupun dekorasi ruangan, dengan cara memotong batangnya yang kemudian akan tumbuh

akar. Namun, tanaman ini dapat hidup dengan baik dalam media tanam tanah maupun air. Apabila ditanam di tanah, daunnya akan tumbuh besar hingga menutupi batangnya. Namun, jika ditanam dalam pot, maka daun akan menyusut (Situmorang, 2017).



Gambar 2.2 Tanaman Sirih Gading
Sumber: (Kania, 2021)

Klasifikasi Ilmiah:

Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Liliopsida
Ordo : Alismatales
Famili : Araceae
Genus : *Epipremnum*
Spesies : *E. aureum*

Sirih gading merupakan salah satu tanaman dengan perawatan yang mudah. Tanaman ini tidak membutuhkan cahaya matahari secara langsung. Tanaman ini dapat bertahan apabila diletakkan di tempat dengan cahaya yang melimpah, namun lebih baik jika diletakkan di tempat dengan cahaya yang cukup, tidak terlalu terang. Sehingga, tanaman ini cocok apabila diletakkan di dalam ruangan dengan cahaya matahari yang cukup. Tanaman ini dapat tumbuh secara optimal pada suhu 24°C-26°C. Tanaman sirih gading dapat tumbuh dengan baik dengan media tanah yang kering, dapat mentoleransi panas dan kelembapan, sehingga cocok ditanam di Indonesia. Hasil pertumbuhan sirih gading yang optimal dapat dicapai dengan penyiraman 1-2 kali dalam seminggu. Apabila memasuki musim penghujan, maka frekuensi penyiramannya dapat dikurangi.

2.3.2 Lili Paris (*Chloropytum comosum*)

Tanaman lili paris memiliki bentuk daun yang menyerupai jarum yang tajam-tajam sehingga membuat luas permukaan tanaman menjadi sedikit lebih besar jika dibandingkan dengan tanaman lain dengan ukuran yang serupa namun bentuk daun yang berbeda. Lapisan lilin pada lili paris dapat membantu akumulasi polutan PM_{2,5} dengan kemampuan removal sebesar 40%. (Eskawiyanti, 2018). Mikroorganisme di dalam filosfer lili paris yang mampu melakukan fitoremediasi terhadap PM_{2,5} adalah bakteri dengan filum Proteobacteria, dimana bakteri ini mampu melakukan detoksifikasi PM_{2,5} yang terakumulasi di permukaan daun dengan melakukan degradasi dan juga berperan sebagai antioksidan PM_{2,5}. Namun, rata-rata jumlah Proteobacteria pada lili paris tidak sebanyak bakteri fitoremediator pada tanaman sirih gading.



Gambar 2.3 Tanaman Lili Paris

Sumber: <https://images.app.goo.gl/WULdgGkTzEf5s55A8>

Klasifikasi Ilmiah:

Divisi : Magnolophyta
Kelas : Liliopsida
Ordo : Liliaceae
Famili : Anthericaceae
Genus : Chlorophytum
Spesies : *Chlorophytum comosum*

2.3.3 Beringin Putih (*Ficus benjamina*)

Ficus benjamina merupakan tanaman beringin putih yang paling banyak dijumpai di Indonesia. Tanaman ini telah dikembangkan sebagai tanaman hias dalam ruangan. Sebelum tumbuh besar, tanaman ini berbentuk kecil (bonsai) yang menghasilkan getah yang dapat mengurangi resiko terjadinya alergi kulit serta pernapasan (Krisdianto dan Balfas, 2016). Beringin putih memiliki kemampuan untuk menyerap polutan di dalam ruangan yang bersumber dari dalam furniture dan karpet (Widyastuti, 2018). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Jeong *et al.*, (2019), tanaman beringin putih cocok ditanam di dalam ruangan maupun di halaman. Tanaman beringin putih memiliki kemampuan untuk mereduksi partikulat sebesar $0,09 \text{ mg/m}^3$ dengan cara tanaman di dalam *chamber* diinjeksikan partikulat sebesar $300 \text{ }\mu\text{g/m}^3$. Maka, kemampuan removal beringin putih terhadap partikulat adalah 25,5%.



Gambar 2.4 Tanaman Beringin Putih

Sumber: (Anonim, 2020)

Klasifikasi Ilmiah:

Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Rosales
Famili : Moraceae
Genus : Ficus
Spesies : *Ficus benjamina*

Penyiraman tanaman beringin putih cukup dilakukan 1 kali dalam 1 minggu dengan menggunakan air suhu ruang pada saat tanahnya kering, secukupnya, tidak berlebihan. Tanaman ini memerlukan adaptasi pada lokasi baru, sehingga pemindahan tanaman yang terlalu sering, perlu dihindari. Pupuk yang digunakan dalam perawatan tanaman ini supaya tumbuh optimal adalah pupuk dengan kandungan fosfor, nitrogen, dan potassium. Tanaman ini tidak dapat terkena cahaya matahari secara langsung karena akan merusak daunnya, sehingga tanaman ini cocok untuk diletakkan di dalam ruangan (Nature & Garden, 2019).

2.3.4 Bougainville (*Bougainvillea spectabilis*)

Tanaman bougainville memiliki batang yang berkayu, tegak, berbentuk bulat, berbulu halus dan mempunyai duri berbentuk kait untuk menjalar yang berwarna hitam dengan permukaan seperti memiliki lilin. Tanaman ini berbunga khususnya pada saat musim penghujan. Daun tanaman ini berbentuk bulat telur dengan posisi daun berselang-seling pada batang. Berdasarkan Istanti (2016), Tanaman hias bougainville merupakan tanaman hias yang primadona dan semakin terkenal akan keistimewaannya karena kecantikan bunganya yang berwarna-warni dan cara merawatnya yang mudah. Tanaman bougainville termasuk tanaman perdu tegak, tinggi tanaman 2-4 meter. Sistem perakarannya adalah tunggang, dengan akar-akar cabang yang melebar ke semua arah dengan kedalaman 40-80 cm, akar yang terletak dekat permukaan tanah kadang tumbuh terus atau akar bakal tanaman baru. Batang memiliki cabang berkayu bulat, beruas, dan memiliki diameter 5-8 mm, berwarna coklat dan majemuk. Berdasarkan Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum (2005), tanaman ini cukup baik dalam menyerap PM₁₀. Berdasarkan penelitian Pujiantara (2018), tanaman bougainville dapat menyerap PM₁₀ hingga 64,6 µg/m³ dalam 12 jam dari konsentrasi awal 107,64 µg/m³ sehingga, kemampuan removalnya mencapai 60%.



Gambar 2.5 Tanaman Bougainville
Sumber: (Azmi, 2020)

Klasifikasi Ilmiah:

Divisi : Magnoliphyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Caryophyllales
Famili : Nyctaginaceae
Genus : Bougainvillea
Spesies : *Bougainvillea buttiana*, *Bougainvillea glabra*, *Bougainvillea periviana*,
Bougainvillea spectabilis, *Bougainvillea spinosa*

2.3.5 Puring (*Codiaeum variegatum*)

Puring merupakan salah satu tanaman hias dengan bentuk dan warna daun yang sangat bervariasi. Tanaman ini memiliki metabolit sekunder dengan kandungan alkaloid, terpen, dan flavonoid. Tanaman puring memiliki daya serap yang cukup tinggi terhadap partikulat yaitu

sebesar 34,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.hari dari konsentrasi awal yang tertinggi 2820 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.hari (Eskawiyanti, 2018). Maka, kemampuan reduksi partikulat oleh tanaman puring adalah sebesar 1,3%. Tanaman puring tersebar di daerah beriklim panas hingga subtropis (Pujiantara, 2018).



Gambar 2.6 Tanaman Puring
Sumber: (Setyorini, 2021)

Klasifikasi Ilmiah:

Kerajaan : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsido
Ordo : Euphorbiales
Famili : Euphorbiaceae
Genus : Codiaeum
Spesies : *Codiaeum variegatum*

2.3.6 *Pachira aquatica* (Money Tree)

Pachira aquatica merupakan tanaman asli dari daerah tropis seperti Amerika Tengah dan Amerika Selatan. Tanaman ini perlu menjaga kelembapannya, maka peletakkan di dalam pot, tetap harus memperhatikan sistem drainase yang baik. Diletakkan di dalam ruang yang tidak secara langsung terkena sinar matahari, setiap melakukan penyiraman tanaman, pot dapat diputar arahnya agar pertumbuhan tanaman dan daunnya lebih baik (Cho, 2019). Apabila Money Tree diletakkan pada area yang mendapatkan cahaya yang baik dan temperatur ruangan 20-25°C, tanaman dapat tumbuh dengan baik. Pada tanaman ini, akar dapat membentuk sedikit tebal dan juga terdapat akar yang lebih kecil yang berfungsi untuk menjadi resapan air (Plantopedia, 2015). Tanaman ini memiliki kemampuan untuk mereduksi partikulat sebanyak 54,3% di dalam ruangan dengan polutan sebesar 0,3 mg/m^3 (Jeong *et al.*, 2020)



Gambar 2.7 Tanaman Money Tree
Sumber: (Cho, 2021)

Klasifikasi Ilmiah

Divisi : Tracheophyta

Kelas : Magnoliopsido
 Ordo : Malvales
 Famili : Malvaceae
 Genus : Pachira Aubl
 Spesies : *Pachira aquatica Aubl*

2.3.7 *Nephrolepis exaltata* var. *Bostoniensis* (Pakis Boston)

Pakis Boston merupakan tanaman yang berasal dari daerah tropis yang termasuk dalam tanaman invasif. Yang dimaksud dengan tanaman invasif adalah tanaman yang berkembang biak dengan cepat dan mudah tumbuh dalam kondisi sejuk dan lembab. Perawatan pakis boston tergolong cukup mudah karena tidak memerlukan pupuk yang banyak. Tak jarang pakis boston digunakan sebagai humidifier alami karena bentuknya yang indah dan kemampuannya dalam menyerap polusi. Pakis boston dianjurkan untuk ditanam sebanyak 2 pot dalam ruangan seluas 30 m² (Petit *et al.*, 2017). Menurut Jeong *et al.* (2020), dalam waktu 4 jam, kemampuan reduksi partikulat oleh pakis boston mencapai 12,2%.



Gambar 2.8 Tanaman Pakis Boston
 Sumber: (Kania, 2019)

Klasifikasi Ilmiah

Divisi : Pteridophyta
 Kelas : Pteridopsida
 Ordo : Polypodiales
 Famili : Dryopteridaceae
 Genus : Nephrolepis
 Spesies : *Nephrolepis exaltata* var. *bostoniensis*

Tabel 2.3 Rekapitulasi Removal Inventarisasi Tanaman

Nama tanaman	Removal (m ³)	Keterangan
<i>Chloropytum comosum</i>	40%	PM _{2,5}
<i>Codiaeum variegatum</i>	1,3%	PM _{2,5}
<i>Pachira aquatica</i>	54,3%	PM _{2,5}
<i>Nephrolepis exaltata</i>	12,2%	PM _{2,5}
<i>Ficus benjamina</i>	25,5%	PM _{2,5}
<i>Epipremnum aureum</i>	35%	PM _{2,5}
<i>Bougainvillea spectabilis</i>	60%	PM ₁₀

Sumber: (Jeong *et al.*, 2020)

BAB 3

METODE PERENCANAAN

3.1 Umum

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, dilakukan dua tahapan yaitu kajian pustaka yang berkaitan dengan referensi yang dikaji, dan perencanaan pemanfaatan tanaman hias dalam fitoremediasi partikulat. Berikut merupakan dua tahapan yang akan dilakukan dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.

3.1.1 Kajian Pustaka

Kajian pustaka dilakukan dengan meniti referensi yang berkaitan dengan fitoremediasi pencemaran udara di dalam ruangan yang disebabkan oleh partikulat. Setelah hasil penelusuran pustaka dilakukan, tulisan disusun kembali sesuai dengan Bahasa penulis sendiri. Jenis pustaka yang ditelusuri meliputi:

1. Buku Teks
2. Laporan Penelitian
3. Jurnal
4. Buletin
5. Surat Kabar

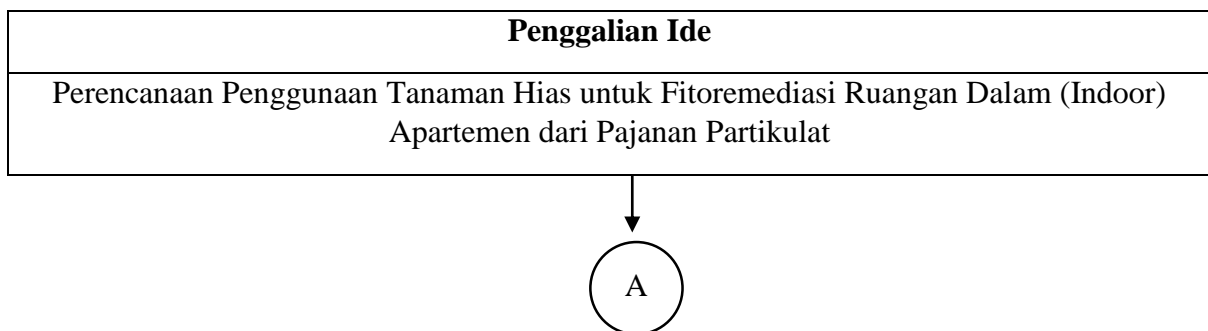
3.1.2 Perencanaan

Perencanaan dalam penulisan Tugas Akhir ini merupakan rencana mengenai kebutuhan tanaman hias untuk fitoremediasi pencemaran udara di dalam ruangan yang disebabkan oleh partikulat dari hasil pengukuran. Setelah didapatkan data kualitas udara tercemar di dalam ruangan yang disebabkan oleh partikulat, data akan dianalisa dengan kajian pustaka yang telah dipelajari. Kemudian, rekomendasi penggunaan metode fitoremediasi pencemaran udara di dalam ruangan yang disebabkan oleh partikulat dengan studi pustaka berdasarkan data sekunder yang didapatkan dari:

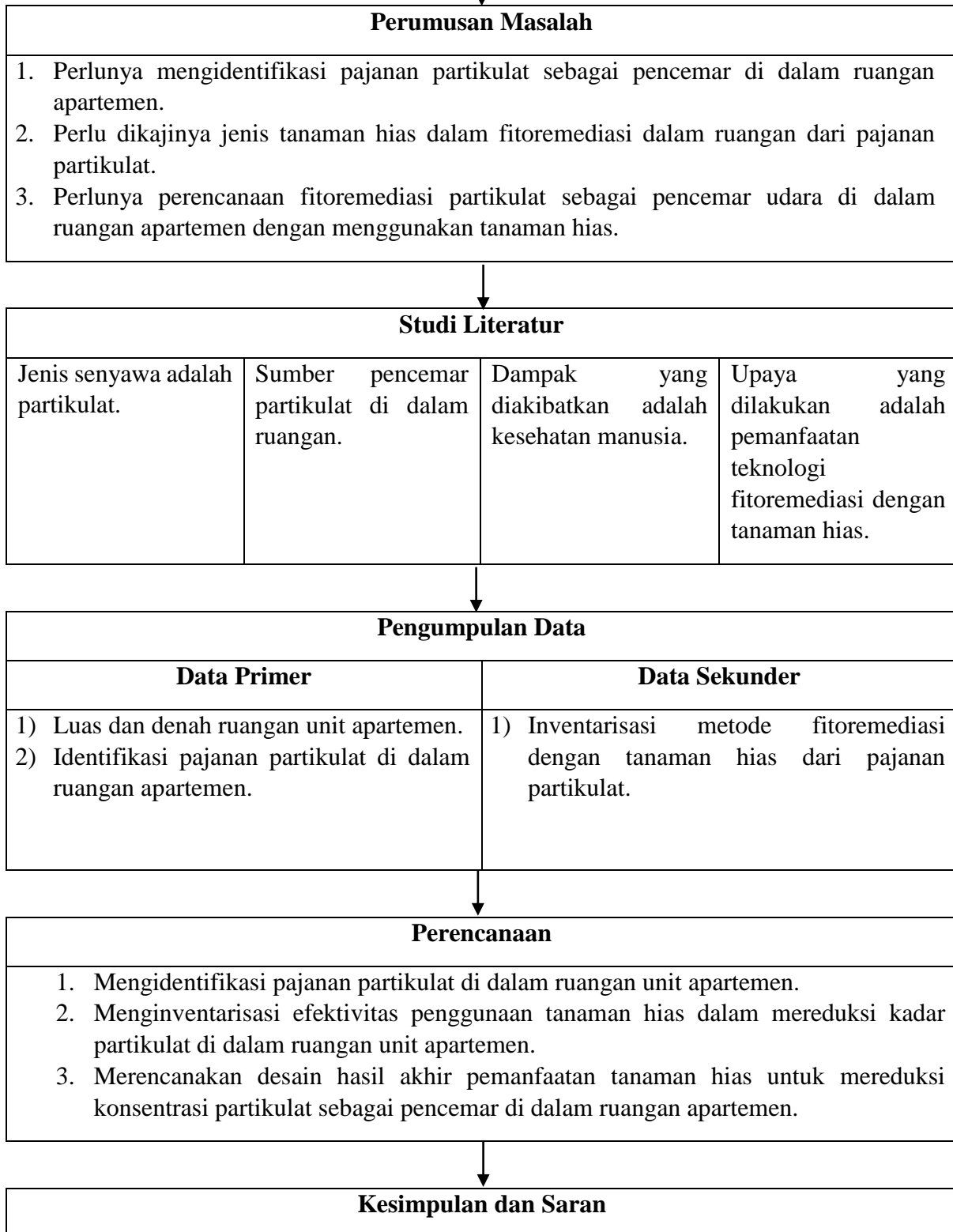
1. Jurnal
2. Buku Teks
3. Laporan Penelitian

3.2 Kerangka Perencanaan Tugas Akhir

Kerangka studi tugas akhir merupakan rancangan alur proses pengerjaan tugas akhir. Alur proses disusun berupa langkah-langkah dengan tujuan untuk mempermudah pelaksanaan dan dapat sebagai acuan dalam penyusunan tugas akhir. Bagan kerangka studi tugas akhir dapat dilihat pada Gambar 3.1.



A



Gambar 3.1 Kerangka Perencanaan

3.3 Langkah-langkah Studi

3.3.1 Penggalan Ide

Mengembangkan ide studi yang telah dipilih dengan mengidentifikasi adanya pajanan partikulat di dalam ruangan. Kemudian, kaitan antara pajanan partikulat pada udara di dalam ruangan dan metode fitoremediasi ditetapkan supaya dapat mengetahui besar reduksi dari pajanan partikulat. Selanjutnya, mengkaji kasus terkait pajanan partikulat menggunakan metode fitoremediasi dengan pemanfaatan tanaman hias.

3.3.2 Perumusan Masalah

Ide studi yang dipilih, kemudian dikembangkan dengan menetapkan faktor-faktor yang mempengaruhi pencemaran udara di dalam ruangan akibat adanya pajanan partikulat, berikut dengan dampak yang ditimbulkan. Faktor-faktor, dampak, dan upaya/teknologi penanggulangannya akan dikaji untuk kemudian dipelajari dalam studi literatur, sehingga dapat diperoleh pengetahuan yang mendalam mengenai pencemaran udara di dalam ruangan partikulat.

3.3.3 Studi Literatur

Tujuan dilakukannya studi literatur adalah untuk mendapatkan wawasan mengenai pencemaran udara akibat dari pajanan partikulat, sumber-sumber penghasil partikulat, mekanisme terjadinya pencemaran, dampak yang terjadi, teknologi dan upaya penanggulangannya, serta contoh peristiwa terjadinya pencemaran partikulat di dalam ruangan.

3.3.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder yang berasal dari literatur-literatur. Tujuan dari pengumpulan data ini adalah untuk mempermudah perencanaan yang akan dilakukan.

Tabel 3.1 Pengumpulan Data

Jenis Data	Uraian Data	Sumber
Primer	<ul style="list-style-type: none">• Konsentrasi <i>Particulate Matter</i> (PM) di unit apartemen terpilih.• Luas, dan denah unit apartemen.• Jumlah kendaraan berdasarkan jam puncak.	<ul style="list-style-type: none">• Pengukuran konsentrasi <i>Particulate Matter</i> (PM) di unit apartemen terpilih.• Pengukuran luas serta pengamatan unit apartemen.• Survei jumlah kendaraan.
Sekunder	<ul style="list-style-type: none">• Inventarisasi tanaman hias dalam metode fitoremediasi pajanan partikulat.	<ul style="list-style-type: none">• Jurnal penelitian, buku, serta peraturan-peraturan lainnya.

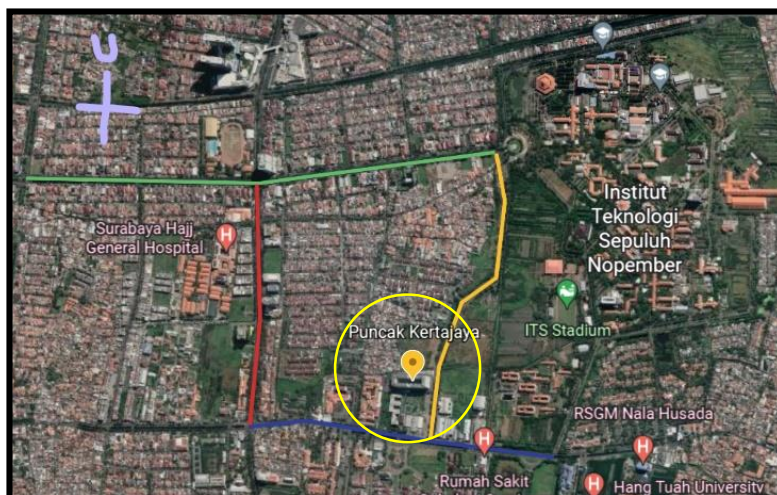
3.3.4.1 Pengukuran Konsentrasi

Pada perencanaan ini, pengukuran konsentrasi yang dilakukan di 3 unit apartemen yang berada pada Apartemen Puncak Kertajaya yang beralamat di Kertajaya Indah Regency, Keputih, Kecamatan Sukolilo, Kota Surabaya, Jawa Timur dimana gambaran lokasinya dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3. Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan pada metode *purposive sampling* sesuai dengan yang dibutuhkan pada perencanaan ini. Menurut Sekaran (2006), *purposive sampling* merupakan pengambilan sampel yang terbatas pada kelompok dengan sasaran spesifik, supaya didapatkan informasi yang diinginkan sesuai dengan kriteria yang ditentukan.

Pada perencanaan ini, dilakukan pengambilan sampel dengan spesifikasi unit apartemen yang menjadi lokasi pengambilan sampel adalah menghadap lahan parkir. Spesifikasi ini dipilih karena diasumsi adanya dampak dari penggunaan kendaraan bermotor seperti pengguna kendaraan bermotor yang mememaskan kendaraannya sebelum berpergian maupun yang datang setelah berpergian. Transportasi merupakan salah satu kegiatan yang berkontribusi sebagai penghasil emisi gas buang kendaraan bermotor baik yang berbahan bakar bensin maupun solar (Muziansyah *et al.*, 2015). Dari spesifikasi yang ditentukan, maka didapatkan 3 calon responden yang menghuni unit di lantai 2, 7, dan 12 dengan jarak yang berbeda-beda, dapat dilihat pada Tabel 3.2. Ketiga ruangan memiliki luas 36 m². Pengukuran dilakukan pada minggu pertama dengan lama 7x24 jam, data diambil setiap 10 menit sekali. Kemudian, dilakukan pengukuran konsentrasi pada hari puncak dan jumlah kendaraan berdasarkan jam puncak pada hari puncak di minggu ke-2. Setelah itu, dilakukan pengulangan di minggu ke-3 dengan cara yang sama dengan yang dilakukan pada minggu ke-2.

Tabel 3.2 Jarak Lahan Parkir dengan Unit Terkait

Unit	Lantai	Jarak (m)
A	2	3
B	7	15
C	12	30



Gambar 3.2 Lokasi Apartemen Puncak Kertajaya
Sumber: Google Earth

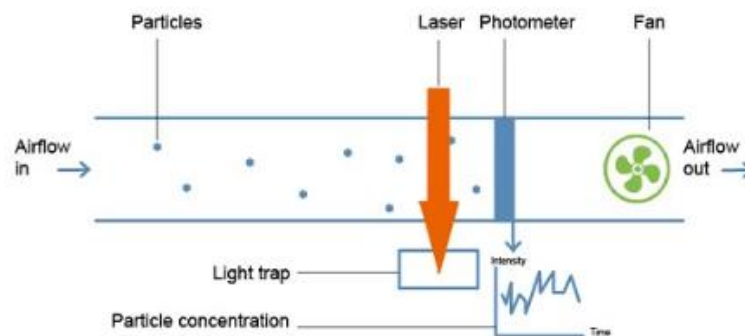
Keterangan:

- Jl. Kertajaya Indah
- Jl. Kertajaya Indah Regency
- Jl. Arif Rahman Hakim
- Jl. Dr. Ir. H. Soekarno



Gambar 3.3 Lokasi Apartemen Puncak Kertajaya secara Dekat

Pengambilan sampel dilaksanakan dengan menggunakan alat Airvisual Pro seperti pada Gambar 3.5. IQAir AirVisual Pro merupakan alat untuk mengukur partikel halus berupa $PM_{2,5}$, PM_{10} , CO_2 , suhu, dan kelembapan. AirVisual Pro menggunakan laser hamburan cahaya untuk pengukuran partikulatnya. Berdasarkan *website* resmi alat AirVisual Pro (2022), cara kerja alat ini adalah, di dalam ruang pengukur sensor, sinar laser disinari ke partikel, kemudian cahaya ini disinari ke segala arah dari partikel. Detektor fotometer (cahaya) selanjutnya mengukur semua cahaya yang tersebar sehingga sensor dapat menghitung konsentrasi partikulat pada ruangan dan data disimpan pada memori perangkat dengan kapasitas maksimum 4GB. Sensor AirVisual juga dilengkapi dengan kipas kecil untuk memastikan aliran udara yang konstan melalui ruang pengukuran. Sistem kalibrasi pada alat AirVisual Pro ini merupakan kalibrasi bawaan (*built-in*) dimana setiap pembacaan yang dilaporkan dari sensor, dikalibrasi oleh algoritme khusus yang memperhitungkan nilai suhu dan kelembapan eksternal. Berdasarkan *manual book*, sebelum menggunakan, alat ini hanya perlu dibersihkan dengan menggunakan kain lembab. Berdasarkan hasil penelitian Zamora *et al.*, (2020), tingkat keakurasian AirVisual Pro dengan sistem kalibrasi *built-in* ini mencapai 86%.



Gambar 3.4 Cara Kerja AirVisual Pro
Sumber: Website IQ AirVisual (2022)

Cara penggunaan AirVisual Pro adalah:

- 1.) Mengisi daya AirVisual Pro dengan cara menyambungkan alat dengan listrik menggunakan *charger*.
- 2.) Menyalakan perangkat dengan menekan tombol *power*.
- 3.) Mengatur frekuensi pengukuran setiap 10 menit.
- 4.) Alat mengambil data setiap 10 menit secara otomatis.
- 5.) Ketika pengukuran selesai, maka data yang telah dihimpun dipindahkan ke excel pada laptop.

Pengambilan sampel konsentrasi partikulat di dalam ruangan unit apartemen dilakukan dengan cara alat diletakkan di tengah ruangan karena sebagai pusat aktivitas penghuni selama 24 jam (Sembiring, 2018). Sketsa peletakkan alat pada ruangan dapat dilihat pada Gambar 3.6. Konsentrasi yang digunakan dalam baku mutu sesuai dengan standar Peraturan Menteri Kesehatan No.1077 Tahun 2011 adalah dalam $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sama halnya dengan hasil pengukuran dari AirVisual Pro. Maka, tidak perlu dikonversi kembali. Namun, hasil pengukuran dalam suhu yang berbeda-beda, maka perlu dikonversikan dalam temperatur udara STP yaitu sebesar 25°C atau setara dengan 293K, dengan persamaan sebagai berikut:

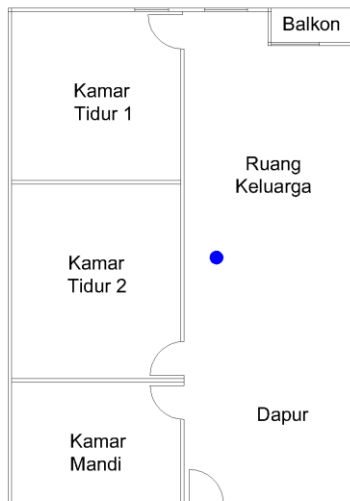
$$\frac{C1}{C2} = \frac{T1}{T2} \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan:

- C1 = Konsentrasi awal (belum STP)
- C2 = Konsentrasi terkoreksi (STP)
- T1 = Suhu udara awal
- T2 = Suhu udara normal (293K)



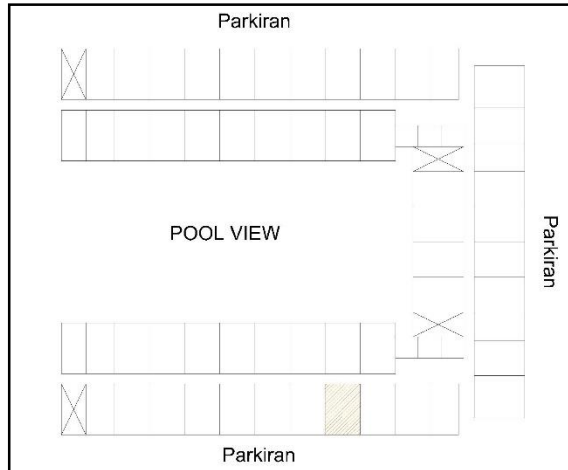
Gambar 3.5 Alat AirVisual Pro



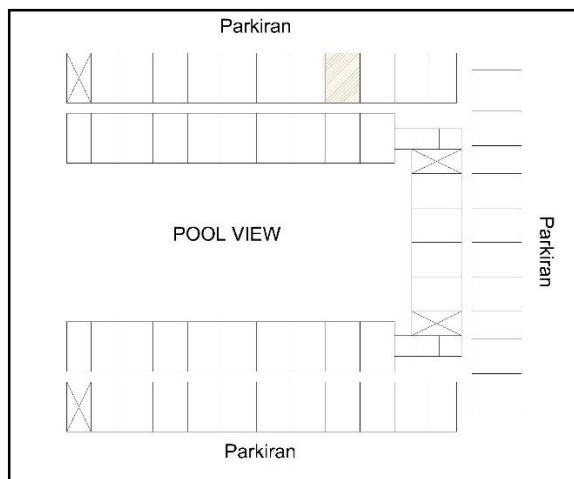
Gambar 3.6 Sketsa Ruangan Unit

Keterangan:

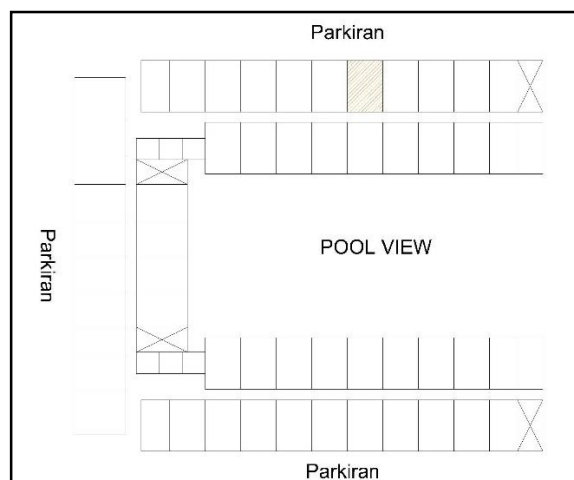
- Peletakkan alat Airvisual Pro



Gambar 3.7 Denah Unit A di lantai 2



Gambar 3.8 Denah Unit B di lantai 7



Gambar 3.9 Denah Unit C di lantai 12

Keterangan:
 Lokasi Unit

3.3.4.2 Survei Kendaraan Bermotor

Setelah dilakukan pengukuran konsentrasi partikulat di dalam ruangan unit apartemen, maka dapat diketahui jam puncak yang kemudian dapat berfungsi untuk dilakukan survei untuk mengetahui jumlah kendaraan yang memasuki area parkir apartemen. Pengambilan data ini dilakukan secara manual. Pencatatan setiap kendaraan yang memasuki area parkir apartemen berdasarkan klasifikasi:




- a. Sepeda motor
- b. Mobil

Dalam menentukan pemilihan waktu survei, mempertimbangkan jam puncak yang telah didapat dari pengukuran konsentrasi partikulat pada hari puncak di dalam ruangan yang telah dilakukan di minggu pertama. Survei dilakukan dalam rentang 1 jam. Ketika survei dilaksanakan, surveyor menempati suatu titik lokasi survei yang strategis untuk dapat melihat kendaraan yang masuk, parkir, serta keluar di area parkir seperti pada Gambar 3.10. Surveyor menghitung jumlah kendaraan jenis mobil dan motor menggunakan turus, kemudian menuliskan hasil perhitungan tersebut pada kolom jam dan jenis kendaraan. Area parkir dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.10 Lokasi Pelaksanaan Survei
Sumber: Google Earth

Keterangan:

-  Lokasi parkir kendaraan bermotor
-  Pintu masuk/keluar kendaraan
-  Lokasi surveyor melakukan survey



Gambar 3.11 Area Parkir Apartemen

Hasil survei yang telah didapatkan, perlu dikonversi menjadi Satuan Mobil Penumpang (SMP). Fungsi mengkonversi ke SMP adalah supaya semua jenis kendaraan dapat disetarakan, dan dijumlahkan (Gracia, 2016).

Tabel 3.3 Konversi Jenis Kendaraan ke Satuan Mobil Penumpang

Jenis Kendaraan	Satuan Mobil Penumpang (SMP)
Kendaraan ringan	1
Kendaraan berat	1,25
Sepeda motor	0,25

Sumber: (Sihotang *et al.*, 2009)

Berikut ini merupakan penjelasan dari 3 klasifikasi kendaraan pada Tabel 3.3:

1. Kendaraan Ringan
Indeks untuk kendaraan bermotor dengan 4 roda seperti mobil penumpang, minibus, truk *pick-up*, dan *jeep*.
2. Kendaraan Berat
Indeks untuk kendaraan bermotor dengan roda lebih dari 4 seperti bus, truk 2 gandar, truk 3 gandar, dan kombinasi yang sesuai.
3. Sepeda Motor
Indeks untuk kendaraan bermotor dengan 2 roda.

$$\text{Total volume (SMP)} = (n \text{ sepeda motor} \times 0,25) + (n \text{ kendaraan ringan} \times 1) + (n \text{ kendaraan berat} \times 1,25) \dots \dots \dots (3.2)$$

Analisis data yang telah dihimpun dilakukan dengan menggunakan uji Anova untuk mengetahui pengaruh jarak unit menuju parkir serta volume kendaraan yang ada dengan hasil konsentrasi partikulat yang diukur. Analisis varians atau yang biasa disebut dengan Anova adalah bagian dari metode analisis statistika yang tergolong analisis komparatif lebih dari dua rata-rata (Riduwan, 2008).

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 4 PERENCANAAN

4.1 Pengumpulan Data

Terdapat 2 data primer yang perlu dikumpulkan, yaitu data pengukuran partikulat ($PM_{2,5}$ dan PM_{10}), dan data jumlah kendaraan yang berada pada area parkir apartemen pada waktu tertentu.

4.1.1 Identifikasi Hasil Pengukuran Partikulat di Dalam Ruangan Unit Apartemen

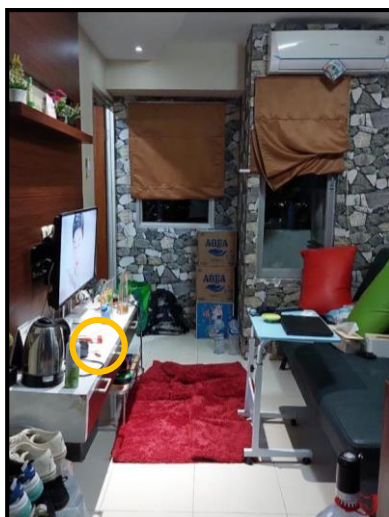
Pengumpulan data diambil di 3 titik lokasi ruangan dalam unit apartemen yang telah ditentukan yang berlokasi di Apartemen Puncak Kertajaya Surabaya yang beralamat di Kertajaya Indah Regency, Keputih, Sukolilo, Surabaya. Data yang dihimpun diantaranya adalah $PM_{2,5}$ dan PM_{10} yang diambil dengan menggunakan alat IQAir Airvisual Pro yang diletakkan pada tengah ruangan seperti pada Gambar 4.1 dengan tanda lingkaran berwarna kuning. Pengumpulan data dilakukan selama 7x24 jam pada minggu pertama dan dilakukan 2x24 jam pada masing-masing hari puncak untuk hari kerja dan hari libur pada minggu ke-2 dan minggu ke-3.



Gambar 4.1 Ruangan Unit A



Gambar 4.2 Ruangan Unit B



Gambar 4.3 Ruangn Unit C

Hasil konsentrasi yang telah diukur masih belum sesuai dengan kondisi atmosfer normal, yakni setara dengan suhu 25°C. Maka, perlu dilakukan perhitungan konversi konsentrasi partikulat dalam keadaan STP sesuai dengan Persamaan 3.1. Kemudian, hasil pengukuran yang sudah dalam kondisi normal, dibandingkan dengan baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 1077 Tahun 2011 dan diberi keterangan “baik” apabila hasilnya di bawah baku mutu, dan keterangan “buruk” apabila hasilnya di atas baku mutu. Hasil pengumpulan data selengkapnya pada Lampiran A. Gambar 4.1 merupakan hasil pengukuran konsentrasi partikulat pada seluruh unit dalam satu minggu. Berikut ini merupakan salah satu contoh hasil perhitungan dalam menyetarakan konsentrasi PM_{2,5} dalam keadaan STP:

$$C1 = 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

$$C2 = \text{Konsentrasi normal } (\mu\text{g}/\text{m}^3)$$

$$T1 = 28,7^\circ\text{C}$$

$$= 303,05 \text{ K}$$

$$T2 = 298 \text{ K}$$

$$\frac{C1}{C2} = \frac{T1}{T2}$$

$$\frac{C1}{C2} = \frac{T1}{T2}$$

$$C2 = \frac{303,05 \text{ K} \times 20 \mu\text{g}/\text{m}^3}{298 \text{ K}} = 20,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Tabel 4.1 Konsentrasi Partikulat di Dalam Ruangn Unit A

Minggu Ke-	Hari	Konsentrasi 24 Jam ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Baku Mutu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Keterangan	Konsentrasi 24 Jam ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Baku Mutu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Keterangan
		PM _{2,5}			PM ₁₀		
1	Senin	15,8	35	Baik	28,6	70	Baik
	Selasa	41,6		Buruk	52,1		Baik
	Rabu	14,8		Baik	22,4		Baik
	Kamis	58,7		Buruk	74,4		Buruk
	Jumat	30,3		Baik	45,9		Baik

Minggu Ke-	Hari	Konsentrasi 24 Jam ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Baku Mutu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Keterangan	Konsentrasi 24 Jam ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Baku Mutu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Keterangan
		PM _{2,5}			PM ₁₀		
1	Sabtu	34,8	35	Baik	50,9	70	Baik
	Minggu	40,3		Buruk	51,1		Baik
2	Kamis	36,6		Buruk	45,8		Baik
	Minggu	37,4		Buruk	46,3		Baik
3	Kamis	42,3		Buruk	49,6		Baik
	Minggu	41,5		Buruk	70		Buruk

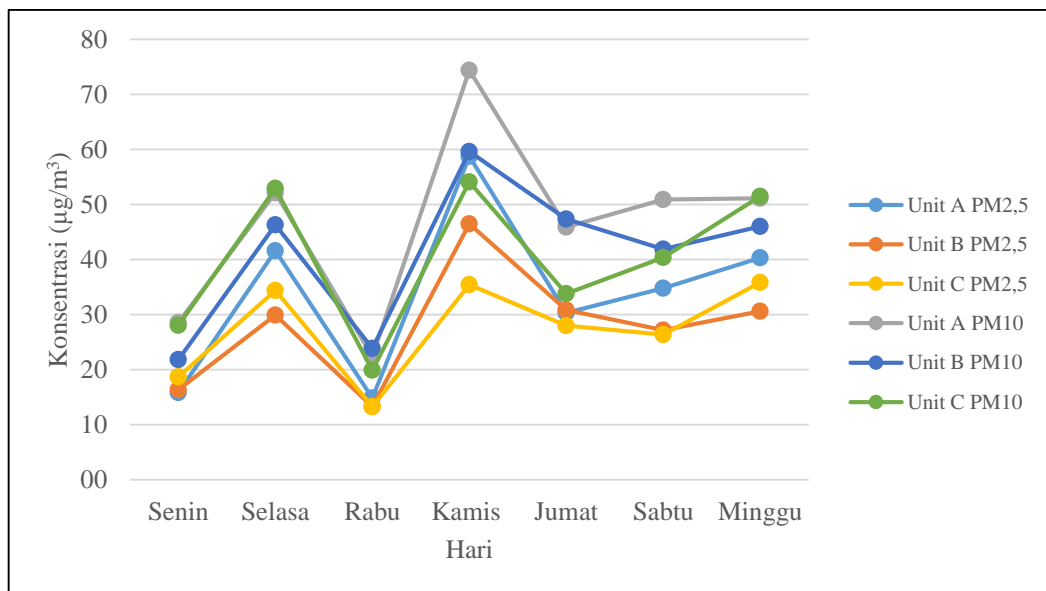
Tabel 4.2 Konsentrasi Partikulat di Dalam Ruangan Unit B

Minggu Ke-	Hari	Konsentrasi 24 Jam ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Baku Mutu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Keterangan	Konsentrasi 24 Jam ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Baku Mutu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Keterangan
		PM _{2,5}			PM ₁₀		
1	Senin	16,4	35	Baik	21,8	70	Baik
	Selasa	29,9		Baik	46,3		Baik
	Rabu	13,3		Baik	23,9		Baik
	Kamis	46,5		Buruk	59,6		Baik
	Jumat	30,9		Baik	47,3		Baik
	Sabtu	27,2		Baik	41,9		Baik
	Minggu	30,6		Baik	46,0		Baik
2	Kamis	23,5	Baik	28,3	Baik		
	Minggu	36,2	Buruk	44,7	Baik		
3	Kamis	35,6	Buruk	49,6	Baik		
	Minggu	36,9	Buruk	40,8	Baik		

Tabel 4.3 Konsentrasi Partikulat di Dalam Ruangan Unit C

Minggu Ke-	Hari	Konsentrasi 24 Jam ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Baku Mutu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Keterangan	Konsentrasi 24 Jam ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Baku Mutu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Keterangan
		PM _{2,5}			PM ₁₀		
1	Senin	18,7	35	Baik	28	70	Baik
	Selasa	34,4		Buruk	52,9		Baik

Minggu Ke-	Hari	Konsentrasi 24 Jam ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Baku Mutu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Keterangan	Konsentrasi 24 Jam ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Baku Mutu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Keterangan
		PM _{2,5}			PM ₁₀		
1	Rabu	13,3	35	Baik	19,9	70	Baik
	Kamis	35,4		Baik	54,1		Baik
	Jumat	27,9		Baik	33,8		Baik
	Sabtu	26,3		Baik	40,4		Baik
	Minggu	35,8		Buruk	51,5		Bsik
2	Kamis	30,8	Baik	44,8	Baik		
	Minggu	15,5	Baik	20	Baik		
3	Kamis	36,9	Buruk	69	Baik		
	Minggu	42	Buruk	55,6	Baik		



Gambar 4.4 Konsentrasi Partikulat Minggu Ke-1

Pengukuran konsentrasi PM_{2,5} dan PM₁₀ pada minggu pertama dilakukan 7x24 Jam yang dimulai secara bersamaan pada hari Senin hingga Minggu untuk tiap unit. Hasil yang didapat pada pengukuran konsentrasi PM_{2,5} adalah pada hari Senin, konsentrasi unit C paling tinggi (18,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) kemudian unit pada unit B (16,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) lalu pada unit A (15,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Pada hari Selasa, dan Minggu, konsentrasi tertinggi dihasilkan dari unit A, kemudian unit C, dan yang paling rendah konsentrasi PM_{2,5} dari unit B. Pada hari Rabu, konsentrasi rata-rata selama 24 jam yang dihasilkan oleh unit A (14,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) paling tinggi apabila dibandingkan dengan hasil pengukuran di unit B dan unit C yang hasil pengukurannya sama (13,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Pada hari Kamis, Jumat dan Sabtu konsentrasi partikulat paling tinggi merupakan hasil pengukuran dari unit A, kemudian unit B dan yang paling rendah dihasilkan oleh unit C.

Konsentrasi PM₁₀ yang didapatkan dari hasil pengukuran adalah, pada hari Senin, hasil konsentrasi tertinggi dihasilkan oleh unit A (28,6 µg/m³), lalu unit C (28 µg/m³), dan yang paling rendah adalah unit B (21,8 µg/m³). Pengukuran yang dilakukan di hari Selasa konsentrasi tertinggi dihasilkan oleh unit C (52,9 µg/m³), lalu unit A (52,1 µg/m³), dan yang paling rendah adalah unit B (46,3 µg/m³). Konsentrasi PM₁₀ pada hari Rabu didapatkan bahwa unit B adalah tertinggi yaitu 23,9 µg/m³, kemudian unit A sebesar 22,4 µg/m³ dan unit C dengan konsentrasi terendah yaitu 19,9 µg/m³. Hasil pengukuran PM₁₀ pada hari Kamis dan Sabtu menunjukkan bahwa PM₁₀ unit A adalah tertinggi, kemudian unit B, dan yang terendah adalah unit C. Konsentrasi pada hari Jumat serupa dengan hari Rabu, dimana konsentrasi tertinggi dihasilkan oleh unit B, kemudian unit A, dan terendah dihasilkan oleh unit C. Hasil pengukuran pada hari Minggu serupa dengan hari Selasa, yaitu didapatkan bahwa konsentrasi tertinggi didapatkan dari unit C, kemudian unit B, dan yang terendah unit A. Hasil pengukuran untuk konsentrasi PM₁₀ lebih besar jika dibandingkan dengan konsentrasi PM_{2,5} pada tiap pengukurannya. Ukuran PM₁₀ adalah <10 mikrometer, dimana PM_{2,5} termasuk dalam ukuran <10 mikrometer. Sehingga, hal ini dapat menjadi penyebab konsentrasi PM₁₀ yang lebih besar apabila dibandingkan dengan hasil pengukuran konsentrasi PM_{2,5}.

4.1.1.1 Konsentrasi Puncak

Pengukuran konsentrasi PM_{2,5} di minggu ke-1 pada masing-masing unit telah dilakukan, maka didapatkan hari puncak untuk ketiga unit adalah hari Kamis untuk hari kerja dan hari Minggu untuk hari libur. Setelah diketahui hari puncak, maka diidentifikasi jam puncak untuk masing-masing unit untuk dapat dilakukan survei jumlah kendaraan pada jam puncak di hari puncak sehingga dapat diidentifikasi hubungan antara volume kendaraan yang melintasi area parkir, dengan konsentrasi partikulat di dalam ruangan unit. Jam puncak didapatkan dengan cara merata-rata konsentrasi pada tiap jamnya pada hari puncak. Untuk hari dan jam puncak masing-masing unit dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Jam Puncak Konsentrasi

Unit	Hari	Jam	Konsentrasi puncak (µg/m ³ /Jam)	
			PM _{2,5}	PM ₁₀
A	Kamis	08.00-09.00	58,7	74,4
	Minggu	06.00-07.00	40,3	51,1
B	Kamis	04.00-05.00	46,5	59,6
	Minggu	07.00-08.00	30,6	46,0
C	Kamis	04.00-05.00	34,6	52,9
	Minggu	07.00-08.00	35,8	64,4

Hasil pengukuran konsentrasi selama 24 jam pada hari Kamis dan Minggu di minggu ke-2 disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Konsentrasi Minggu Ke-2

Unit	Hari	PM _{2,5} (µg/m ³ / 24 Jam)	PM ₁₀ (µg/m ³ / 24 Jam)
A	Kamis	36,6	45,8
	Minggu	37,4	46,3
B	Kamis	23,5	28,3
	Minggu	36,2	44,7

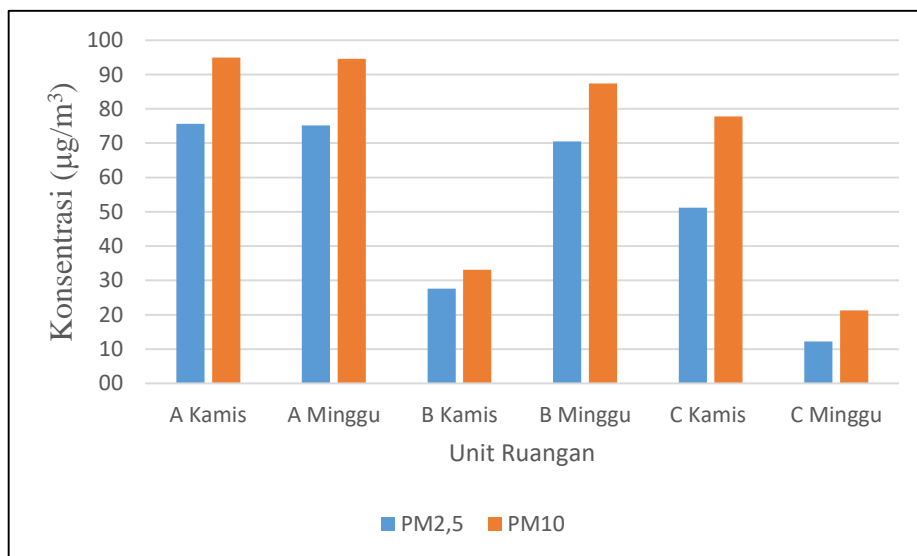
Unit	Hari	PM _{2,5} (µg/m ³ / 24 Jam)	PM ₁₀ (µg/m ³ / 24 Jam)
C	Kamis	30,8	44,8
	Minggu	15,5	20,0

Tabel 4.6 merupakan hasil survei jumlah kendaraan pada jam puncak yang telah dikonversi menjadi satuan mobil penumpang sesuai persamaan 3.2, beserta konsentrasi jam puncak saat dilakukannya survei jumlah kendaraan. Hasil pengukuran konsentrasi selama 24 jam saat dilakukannya survei jumlah kendaraan dapat dilihat pada Lampiran A. Berikut ini merupakan contoh perhitungan konversi ke SMP pada hari Kamis :

Motor = 67 unit
 Mobil = 65 unit
 SMP motor = 0,25
 SMP mobil = 1
 Volume = ΣSMP x n kendaraan
 = (67 unit x 0,25) + (65 unit x 1)
 = 81,75 SMP/Jam = 82 SMP/Jam

Tabel 4.6 Hasil Survei Jumlah Kendaraan Minggu Ke-2

Unit	Hari	Jam	Konsentrasi (µg/m ³ /Jam)		Jumlah (unit)		Volume (SMP)		
			PM _{2,5}	PM ₁₀	Motor	Mobil	Motor	Mobil	Total
A	Kamis	08.00-09.00	75,6	94,9	67	65	16,75	65	81,75
	Minggu	06.00-07.00	75,2	94,6	42	46	10,5	46	56,5
B	Kamis	04.00-05.00	27,6	33,1	35	29	8,75	29	37,75
	Minggu	07.00-08.00	70,5	87,4	40	57	10	57	67
C	Kamis	04.00-05.00	51,2	77,8	35	29	8,75	29	37,75
	Minggu	07.00-08.00	12,2	21,3	40	57	10	57	67



Gambar 4.5 Konsentrasi Jam Puncak saat Pengukuran Volume Kendaraan Minggu Ke-2

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.5, semakin besar volume kendaraan, maka semakin besar juga partikulat yang ada pada ruangan. Namun, pada unit C, dengan volume kendaraan

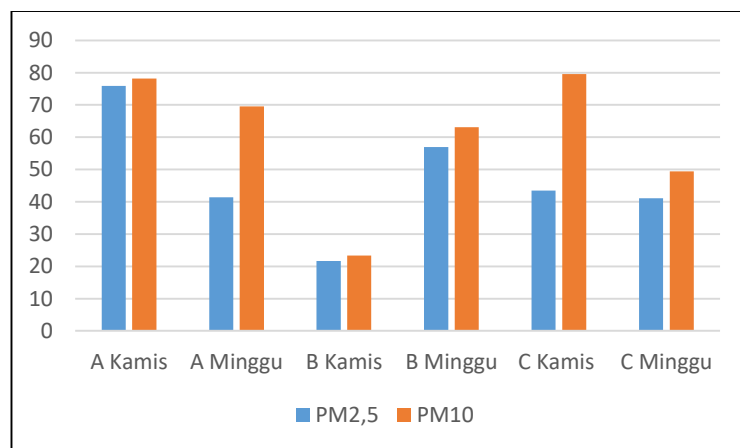
67 SMP pada hari Minggu, PM_{2,5} dan PM₁₀ mengalami penurunan apabila dibandingkan total volume kendaraan satu tingkat sebelumnya yaitu 56,5 SMP hasil pengukuran pada Unit A di hari Minggu. Hal ini dapat diakibatkan karena unit C berlokasi di lantai 12. Pengukuran konsentrasi dan volume kendaraan dilakukan secara duplo supaya data dapat dibandingkan. Maka, hasil pengukuran konsentrasi partikulat disajikan pada Tabel 4.7 serta konsentrasi pada jam puncak dan volume kendaraan pada minggu ke-3 yang disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Konsentrasi Minggu Ke-3

Unit	Hari	PM _{2,5}	PM ₁₀
2	Kamis	39,4	47,2
	Minggu	41,3	69,0
7	Kamis	38,4	55,6
	Minggu	35,2	38,9
12	Kamis	35,9	67,4
	Minggu	44,8	60,5

Tabel 4.8 Hasil Survei Jumlah Kendaraan Minggu Ke-3

Unit	Hari	Jam	Konsentrasi (µg/m ³ /Jam)		Jumlah (unit)		Volume (SMP)		
			PM _{2,5}	PM ₁₀	Motor	Mobil	Motor	Mobil	Total
A	Kamis	08.00-09.00	75,9	78,2	47	55	11,75	55	66,75
	Minggu	06.00-07.00	41,4	69,5	41	53	10,25	53	63,25
B	Kamis	04.00-05.00	21,7	23,3	29	27	7,25	27	34,25
	Minggu	07.00-08.00	57,0	63,1	39	50	9,75	50	59,75
C	Kamis	04.00-05.00	43,5	79,6	29	27	7,25	27	34,25
	Minggu	07.00-08.00	41,1	49,4	39	50	9,75	50	59,75



Gambar 4.6 Konsentrasi Jam Puncak saat Pengukuran Volume Kendaraan Minggu Ke-3

Berdasarkan hasil pengukuran di minggu ke-3, pada saat volume kendaraan 63,25 SMP hasil pengukuran pada unit A di hari Minggu, konsentrasi $PM_{2,5}$ lebih rendah apabila dibandingkan ketika volume kendaraan 66,75 SMP yaitu hasil pengukuran pada unit A hari Kamis. Namun hal ini berbalik dengan konsentrasi PM_{10} nya. Perbedaan ini dapat dipengaruhi faktor lain selain dari partikulat yang dihasilkan dari aktivitas kendaraan yang tidak teridentifikasi.

4.1.1.2 Uji Statistik ANOVA

Pada perencanaan ini, data konsentrasi partikulat dan jumlah kendaraan yang telah dihimpun, dianalisis dengan metode Anova satu arah untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan pada faktor volume kendaraan dengan konsentrasi partikulat. Kemudian dilakukan juga uji Anova dua arah tanpa interaksi, karena analisisnya menggunakan varians dan data hasil pengamatan pengaruh dua faktor yaitu faktor dari hari pengukuran dan faktor jarak dari parkir menuju unit. Pengujian ini dilakukan menggunakan aplikasi minitab dengan selang kepercayaan 5% dengan hasil yang dapat dilihat pada Lampiran B. Pada pengujian ini, dapat dilihat nilai *P value*, jika $<5\%$ maka H_0 ditolak, dalam artian, ada perubahan signifikan. Hal ini juga berlaku sebaliknya apabila *P value* $>5\%$ dengan keterangan sebagai berikut:

H_0 : Tidak ada perbedaan rata-rata yang signifikan

H_1 : Adanya perbedaan rata-rata yang signifikan

Berdasarkan hasil analisis, didapatkan :

1. Pada pengujian Anova satu arah $PM_{2,5}$ dengan volume kendaraan hasil *P value* 0,59 untuk $PM_{2,5}$ dan 0,719 untuk PM_{10} , dimana keduanya memiliki *P value* $>5\%$ maka dapat dikatakan bahwa H_0 diterima dan tidak ada pengaruh signifikan pada volume kendaraan yang melintas dengan konsentrasi partikulat. Meskipun memiliki hasil uji Anova yang tidak signifikan, namun konsentrasi partikulat yang dihasilkan pada masing-masing unit dengan perbedaan volume kendaraan ini masih terdapat perbedaan.
2. Pada pengujian Anova dua arah, jarak unit menuju parkir, dan hari pengukuran tidak berpengaruh signifikan pada konsentrasi $PM_{2,5}$ dengan nilai *P value* masing-masing yaitu 0,51 dan 0,96. Hasil pengujian PM_{10} juga menunjukkan bahwa kedua *P value* berada $>5\%$, dengan *P value* masing-masing jarak unit menuju parkir dengan hari pengukuran adalah sebesar 0,56 dan 0,91. Namun, konsentrasi hasil pengukuran antara unit A, B, C tetap memiliki perbedaan meskipun tidak terpaut jauh antara satu dengan yang lainnya.

4.2 Perencanaan Tanaman Hias

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Taihutu (2001), tanaman dengan karakteristik berdaun jarum, besar, kasar, dan berbulu memiliki jerapan partikulat yang tinggi. Selain itu, bagian tanaman lainnya seperti ranting dan batang juga berperan dalam penyerapan partikel. Dari beberapa tanaman hias yang telah dihimpun, dipilih 2 tanaman sebagai variasi untuk menyisihkan konsentrasi $PM_{2,5}$ dan 1 tanaman untuk menyisihkan PM_{10} yang dapat dilihat beserta kemampuan penyisihannya pada Tabel 4.9. Selain karena kemampuan penyisihannya yang tinggi, lili paris juga dipilih karena karakteristik daun yang rimbun dan rapat. Hal ini juga berlaku untuk tanaman money tree yang pada umumnya, daun pada tanaman ini rimbun, mampu mengkonsumsi air yang banyak, serta kemampuan penyisihannya yang cukup tinggi. Berdasarkan Plantopedia (2019), money tree bereaksi dengan menggugurkan daunnya, maka hal ini sesuai dengan pernyataan Fakuara (1986) bahwa memilih tanaman untuk menyerap partikulat dengan ciri tanaman menggugurkan daunnya pada periode tertentu. Sedangkan untuk

bougenville dipilih karena tanaman ini mempunyai spesifikasi menyisihkan PM₁₀ dengan kemampuan removal yang dapat dikatakan besar.

Tabel 4.9 Tanaman Hias Terpilih

Nama tanaman	Penyisihan (%/m ³)
<i>Chloropytum comosum</i> (Lili Paris)	40
<i>Pachira aquatica</i> (Money Tree)	54,3
<i>Bougainvillea spectabilis</i> (Bougenvile)	60

Masing-masing unit yang telah dilakukan pengukuran konsentrasinya, dihitung kebutuhan tanaman hias untuk mereduksi partikulat berdasar kemampuan removal tanaman terpilih. Konsentrasi PM₁₀ pada unit B dan unit C berada di bawah baku mutu sesuai Peraturan Menteri Kesehatan No. 1077 Tahun 2011. Namun, PM₁₀ merupakan partikulat dengan sifat akumulatif. Sehingga, meskipun konsentrasi yang didapat di bawah baku mutu, namun apabila partikel terakumulasi dalam jumlah banyak dan lama, maka akan dapat membahayakan penghuni dari unit tersebut. Maka, hasil konsentrasi PM₁₀ pada unit B dan unit C, perlu dilakukan perhitungan kebutuhan tanaman hiasnya pula. Perhitungan kebutuhan jumlah tanaman dilakukan secara pendekatan pada masing-masing unit, dimana langkah awal adalah dilakukannya perhitungan terhadap target removal dari konsentrasi masing-masing ruangan. Ketiga ruangan unit A, B, maupun C mempunyai luas yang sama (36 m²) walaupun dengan layout ruangan yang berbeda. Tinggi ketiga ruangan adalah 3 m, maka volume masing-masing ruangan adalah 108 m³. Perhitungan kebutuhan tanaman pada perencanaan ini menggunakan konsentrasi hari puncak yang telah dilakukan pengukuran selama 24 jam dari masing-masing ruangan sebagai beban polutannya yang dapat dilihat pada Tabel 4.4. Berikut merupakan contoh dari perhitungan target removal pada unit A:

$$\begin{aligned}
 \text{NAB PM}_{2,5} &= 35 \mu\text{g}/\text{m}^3 \\
 \text{NAB PM}_{10} &= 70 \mu\text{g}/\text{m}^3 \\
 \text{Volume ruangan} &= 108 \text{ m}^3 \\
 \text{Konsentrasi puncak} &= 58,7 \mu\text{g}/\text{m}^3 \\
 \text{Target removal} &= \frac{\frac{\text{Beban Konsentrasi PM-NAB}}{\text{NAB}} \times 100\%}{\text{Volume Ruangan}} \\
 &= \frac{\frac{58,7 - 35}{35} \times 100\%}{108 \text{ m}^3} \\
 &= 0,63 \mu\text{g}/\text{m}^3
 \end{aligned}$$

Tabel 4.10 Target Removal

Unit	Target removal (%)	
	PM _{2,5}	PM ₁₀
A	0,63	0,06
B	0,30	0
C	0,02	0

Target removal masing-masing unit telah diketahui, maka selanjutnya perlu dilakukan perencanaan kebutuhan tanaman hias pada masing-masing unit. Direncanakan pembagian

target removal untuk PM_{2.5} untuk 2 tanaman hias terpilih supaya kebutuhan tanaman lebih efektif dengan jumlah tanaman yang minimal. Direncanakan tanaman hias 1 untuk reduksi PM_{2.5} adalah *Pachira aquatica* dengan removal 54,3% dan tanaman hias 2 adalah *Chloropytum comosum* dengan removal 40%.

Tabel 4.11 Target Removal PM_{2.5} Tanaman 1

Unit	Target (%)
A	0,5
B	0,3
C	0,02

$$\begin{aligned}
 n &= \text{Jumlah tanaman} \\
 \text{Jumlah Tanaman} &= \frac{(\text{Target Removal per } m^3)}{\text{Kemampuan Removal tanaman}} \times \text{Volume Ruangan} \\
 \text{Kemampuan Removal Tanaman 1} &= 54,3\%/m^3/\text{tanaman} \\
 \text{Jumlah Kebutuhan Tanaman 1} &= \frac{0,5\%}{54,3/m^3/\text{tanaman}} \times 108 m^3 \\
 &= 0,99 \approx 1 \text{ tanaman} \\
 \text{Jumlah Kebutuhan Tanaman 2} &= \frac{(0,63-0,5)\%}{40/m^3/\text{tanaman}} \times 108 m^3 \\
 &= 0,25 \approx 1 \text{ tanaman}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.12 Kebutuhan Tanaman Hias 1 (*Pachira aquatica*)

Unit	PM _{2.5}	
	n	n pembulatan
A	0,99	1
B	0,60	1
C	0,04	1

Tabel 4.13 Kebutuhan Tanaman Hias 2 (*Chloropytum comosum*)

Unit	PM _{2.5}	
	n	n pembulatan
A	0,25	1
B	0,01	1
C	0,00	0

Penyisihan konsentrasi PM₁₀ direncanakan dengan menggunakan tanaman *Bougainvillea spectabilis* karena kemampuan dari tanaman ini dalam menyisihkan PM₁₀ secara efektif (60%). Dari hasil pengukuran yang ada, hanya unit A yang konsentrasi PM₁₀nya melebihi baku mutu. Namun, PM₁₀ merupakan partikulat dengan sifat akumulatif. Sehingga, meskipun konsentrasi yang didapat di bawah baku mutu, namun apabila partikel terakumulasi dalam jumlah banyak dan lama, maka akan dapat membahayakan penghuni dari unit tersebut. Maka, hasil konsentrasi PM₁₀ pada unit B dan C, direncanakan 1 tanaman *Bougainvillea spectabilis* pada masing-masing unitnya untuk mereduksi konsentrasi PM₁₀ yang ada pada

ruangan. Diketahui, target removal PM_{10} untuk Unit A adalah 0,06%, maka kebutuhan tanamannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kebutuhan Tanaman bougenville} &= \frac{0.06\%}{60/m^3/\text{tanaman}} \times 108 m^3 \\ &= 0,1 \approx 1 \text{ tanaman} \end{aligned}$$

Unit A dan B membutuhkan masing-masing 1 dari 2 tanaman terpilih pereduksi $PM_{2,5}$ dan 2 tanaman Bugenvil untuk mereduksi PM_{10} . Unit C, dalam mereduksi $PM_{2,5}$ tidak membutuhkan tanaman 2 karena seluruhnya telah tereduksi dengan tanaman 1 namun, dalam mereduksi PM_{10} , membutuhkan 1 tanaman. Adapun cara pemeliharaan tanaman hias di dalam ruangan sebagai berikut:

***Chloropytum comosum* (Lili Paris)**

- Perawatan lili paris cukup mudah, lili paris dapat diletakkan di segala sudut ruangan, bisa juga digantung, dan hanya perlu disiram 2 kali dalam seminggu (Wisnu, 2021)
- Pemupukan harus dilakukan ketika musim penghujan dan dilakukan maksimal sebulan sekali. Tidak disarankan melakukan pemupukan terlalu sering karena dapat merusak tanaman tersebut. Pemupukan juga dilarang dilakukan ketika media tanam baru diganti.
- Lili paris banyak digunakan untuk pembuatan tata taman, sehingga dapat diperbanyak dengan cara dicangkok maupun sambung pucuk. Lili paris tidak menyukai cuaca yang panas, sehingga peletakkannya tidak diletakkan di tepi jendela yang langsung terkena sinar matahari (Aripratama, 2021)

***Pachira aquatica* (Money Tree)**

- Peletakkan money tree di dalam ruangan sebaiknya di area yang tidak secara langsung terkena sinar matahari (Cho, 2019). Namun, apabila diletakkan di area yang mendapatkan cahaya, money tree dapat tumbuh dengan baik (Plantopedia, 2015). Pada perencanaan ini, tanaman money tree diletakkan di tengah-tengah ruangan, dimana area tersebut masih mendapatkan cahaya dan sinar matahari terkadang masih bisa masuk apabila jendela ruangan dibuka.
- Menggugurkan daunnya merupakan bentuk reaksi dari tanaman ini, sehingga pemindahan yang terlalu sering pada tanaman ini harus dihindari (Plantopedia, 2015).
- Penyiraman dilakukan 1-2 kali dalam 1 minggu supaya mendapatkan kebutuhan air yang cukup karena membutuhkan kelembaban dan diletakkan dalam pot dengan sistem drainase yang baik. Pada saat dilakukan penyiraman, disarankan untuk pot tanaman diputar sehingga bagian yang terkena cahaya matahari merata dan pertumbuhan daun maupun tanamannya menjadi baik (Cho, 2019)

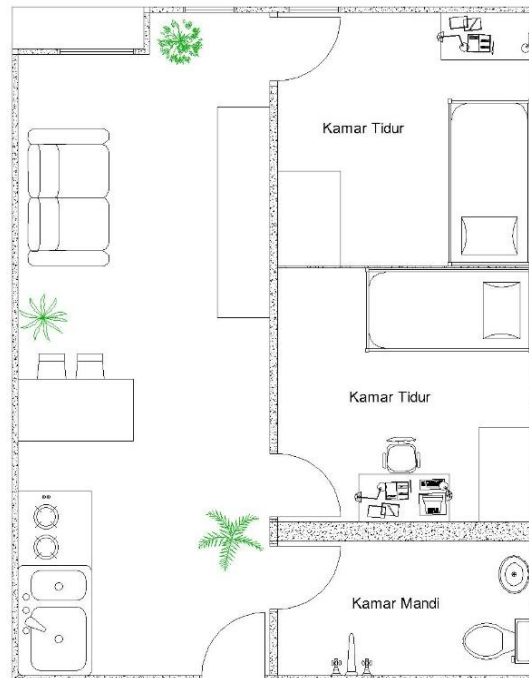
***Bougainvillea spectabilis* (Bougenville)**

- Bougenville merupakan tanaman kemarau. Menurut Dahlan (2011), daun bougenville akan menahan sinar matahari dan memberikan kesejukan pada ruangan. Sehingga, tanaman ini cocok diletakkan di tepi ruangan yang terpapar oleh sinar matahari.
- Bougenville menoleransi kekeringan, maka penyiraman dilakukan apabila bagian atas tanah dalam pot sudah kering 50%. Asupan air yang berlebih pada tanaman ini menyebabkan pembusukan akar, sukar berbunga, dan gugurnya daun.
- Pada pemeliharaan bougenville di dalam ruangan, tanah dapat dicampur dengan perlite supaya dapat kering dengan cepat. Penggunaan pupuk yang banyak mengandung zat besi dan mikronutrien tinggi dapat membantu memperkuat akar dan meningkatkan jumlah bunga. Pemupukan tidak boleh dilakukan saat tanah dalam kondisi kering karena dapat merusak akarnya. Dengan penanaman bougenville pada pot di dalam

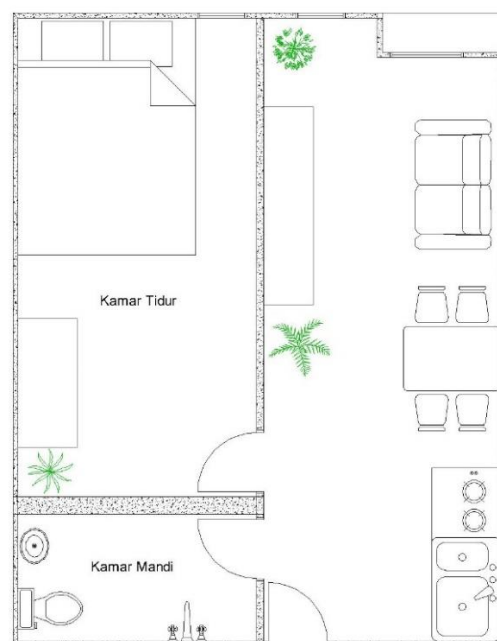
ruangan, perlu dilakukan pemangkasan cabang-cabangnya secara rutin untuk mempertahankan bentuknya dan dapat mengganti pot setiap 2 tahun sekali apabila dirasa butuh (Azmi, 2020).

- Batang tanaman ini rawan membusuk saat musim hujan tiba. Maka, penyiraman tidak perlu terlalu sering, cukup 2x dalam seminggu (Istanti, 2016).

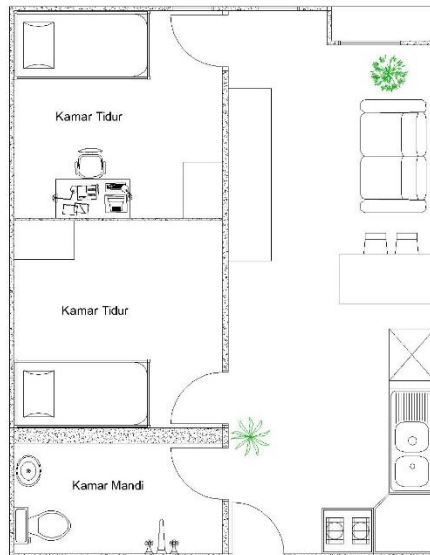
Gambar 4.6, 4.7, dan 4.8 merupakan ilustrasi peletakkan tanaman hias yang direncanakan pada tiap unit. Gambaran detail dari perencanaan terlampir pada bagian akhir perencanaan ini.



Gambar 4.6 Ilustrasi Peletakkan Tanaman pada Ruang Unit A






Gambar 4.7 Ilustrasi Peletakkan Tanaman pada Ruang Unit B



Gambar 4.8 Ilustrasi Peletakkan Tanaman pada Ruang Unit C

Keterangan:

-  Tanaman Bougainville
-  Tanaman Money Tree
-  Tanaman Lili Paris

Harga tanaman berbeda-beda tergantung pada ukuran dan jenis tanaman yang dipilih. Kisaran harga tanaman yang dapat mereduksi dapat dilihat pada Tabel 4.14 yang telah didapatkan dari beberapa sumber penjual tanaman termasuk *e-commerce*. Dari kisaran harga tanaman, maka dapat diperkirakan anggaran biaya yang diperlukan untuk pengadaan tanaman di 3 unit ruangan apartemen yang dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.14 Rentang Harga Tanaman

No	Nama Tanaman	Range Harga
1.	<i>Chlorophytum comosum</i>	Rp15.000 – Rp40.000
2.	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Rp50.000 – Rp200.000
3.	<i>Codiaeum variegatum</i>	Rp20.000 – Rp60.000
4.	<i>Pachira aquatica</i>	Rp35.000 – Rp70.000
5.	<i>Nephtrolepis exaltata</i>	Rp12.000 – Rp40.000
6.	<i>Ficus benjamina</i>	Rp20.000 – Rp40.000
7.	<i>Epipremnum aureum</i>	Rp15.000 – Rp30.000

Tabel 4.15 RAB Pengadaan Tanaman

No.	Nama Barang	Jumlah	Harga Satuan	Total
1.	Tanaman Lili Paris	3	Rp 30.000	Rp 90.000
2.	Tanaman Money Tree	2	Rp 50.000	Rp 100.000
3.	Tanaman Bougainville	3	Rp 100.000	Rp 300.000
4.	Pot tanaman (d=15 cm)	8	Rp 20.000	Rp 160.000
5.	Semprotan tanaman	3	Rp 30.000	Rp 60.000
Total				Rp 710.000

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis data hasil dari pengukuran data serta pelaksanaan survei, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Konsentrasi $PM_{2,5}$ yang terakumulasi di dalam ruangan unit A, B, dan C serta konsentrasi PM_{10} pada unit A, melebihi kadar yang dipersyaratkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan No.1077 Tahun 2011. Konsentrasi tertinggi $PM_{2,5}$ pada unit A adalah $58,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, untuk PM_{10} adalah $74,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pada unit B, konsentrasi tertinggi $PM_{2,5}$ adalah $46,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sedangkan konsentrasi PM_{10} adalah $59,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasi $PM_{2,5}$ tertinggi pada unit C adalah $35,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan untuk konsentrasi PM_{10} adalah $54,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pada perencanaan ini, teridentifikasi bahwa perbedaan konsentrasi partikulat yang terukur tiap unitnya tidak signifikan. Hal ini dapat disebabkan karena kondisi ruangan yang berbeda pada saat dilakukan pengukuran seperti frekuensi membuka ventilasi dan aktivitas penghuni pada tiap unitnya.
2. Tanaman hias yang telah diinventarisasi, dilakukan rekapitulasi kemampuan penyisihan partikulatnya. Berdasarkan hasil rekapitulasi, 3 tanaman terpilih untuk perencanaan kebutuhan tanaman pada ketiga unit adalah *Bougainvillea spectabilis* dengan kemampuan menyisihkan PM_{10} sebesar 60%, money tree kemampuan menyisihkan partikulat sebesar 54,3%, dan lili paris dengan kemampuan menyisihkan partikulat hingga 40%.
3. Apabila partikulat yang konsentrasinya berada di atas baku mutu dan terakumulasi di dalam ruangan dalam waktu yang cukup lama, dapat membahayakan kesehatan penghuninya. Maka, diperlukan perencanaan tanaman di dalam ruangan unit apartemen untuk mereduksi polutan di dalam ruangan. Pereduksi polutan di dalam ruangan direncanakan dengan menggunakan tanaman hias yang telah diinventarisasi. Didapatkan hasil untuk unit A dan B membutuhkan 3 tanaman terpilih, sedangkan untuk unit C hanya membutuhkan 2 tanaman, yaitu masing-masing untuk menyisihkan konsentrasi $PM_{2,5}$ dan PM_{10} .

5.2 Saran

Berdasarkan pengambilan data yang telah dilakukan, terdapat beberapa faktor penyebab meningkatnya partikulat selain dari emisi kendaraan di area parkir juga aktivitas penghuni di dalam ruangan, namun beberapa diantaranya belum teridentifikasi secara detail pada perencanaan ini. Sehingga, dirasa perlu untuk memperjelas apakah terdapat faktor lain penyebab meningkatnya pajanan partikulat di dalam ruangan khususnya unit apartemen, dan diidentifikasi lebih detail terkait aktivitas apa saja yang dapat berpengaruh pada konsentrasi partikulat.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, H., Khan, E., Sajad & Anwar, a. M., (2013). *Phytoremediation of Heavy Metals—Concepts and Applications*. Chemosphere, Volume 91, pp. 869-881.
- Anonim. (2020). Diakses pada: <https://images.app.goo.gl/YpnfMdFanVLXKZLp9>.
- Azmi, Ulul. (2020). Ciri-cir Pohon. Cara Merawat Tanaman Indoor Bougenville untuk Mempercantik Ruangan Rumah Anda - Ciri-ciripohon.com [Diakses 29 Mei 2022]
- Cho, A. (2019). We're Caliing IT: Pachira Aquatica Is The Easiest Indoor Tree. Diakses pada: <https://www.apartmenttherapy.com/indoo-tree-the-easiest-youull-15939> [Diakses 15 Juni 2022].
- Cho, Anjie. (2021). Diakses pada: <https://images.app.goo.gl/kDBYMHdft6N9RXXMV8>.
- Dahlan, Endes. (2011). Bentuk dan Fungsi Hutan kota.
- Doty, S. L. (2008). *Enhancing phytoremediation through the use of transgenics and endophytes*. *New Phytologist*, 179(2), 318-333.
- Djojodibroto. (2015). *Respirologi*. Jakarta: EGC.
- Eskawiyanti, A. P. (2018). Paparan Particulate Matter 1 (PM₁) dan Particulate Matter 2,5 (PM_{2,5}) pada Trotoar. Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Fakuara, Y. (1986). Hutan Kota: Peranan dan Permasalahannya. Departeman Manajemen Hutan. Fakultas Kehutanan, IPB. Bogor
- Gracia, A. S. (2016). Kajian Kecukupan Ruang Terbuka Hijau Untuk Menyerap Gas Karbon Dioksida (CO₂) Dari Kendaraan Bermotor Di Jalan Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya (Merr Iic). Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Haq, A. D., Rahim, A. R., & Rahayu, L. A. D. (2021). Potensi Sirih Gading (*Epipremnum aureum*) dan Lili Paris (*Chlorophytum comosum*) Sebagai Sarana Fitoremediasi PM_{2,5} di Dalam Ruangan. *Jurnal Kedokteran*, 10(1), 347-354.
- Interstate Technology and Regulatory Cooperation (ITRC). (2009). *Phytotechnology Technical Guidance and Decisions Trees*.
- Istanti, Marina (2016) Analisis Biaya Dan Pendapatan Usahatani Tanaman Hias Bougenville Di Desa Bangun Sari Baru Kecamatan Tanjung Morawa. Undergraduate thesis, UNIMED.
- Janssen. (2011). *Black Carbon as an Additional Indicator of Adverse Health Effect of Airbone Particles Compared with PM*. *Environemntal Health Perspectives*.
- Kabra, A. N., Khandare, R. V., Waghmode, T. R., & Govindwar, S. P. (2012). *Phytoremediation of Textile Effluent and Mixture of Structurally Different Dyes by Glandularia pulchella (Sweet) Tronc*. *Chemosphere*, 87(3), 265-272.
- Kania. (2019). Diakses pada: <https://images.app.goo.gl/kRYQ4ZDupmtutibC6>
- Kristanto. (2002). *Ekologi Industri*. Yogyakarta: Andi Ofset.

- Larasati, S. R. (2021). Rencana Pengembangan Desa Banaran sebagai Desa Wisata. *Jurnal Atma Inovasia*, 1(2), 184-192.
- Lazaridis, M., Aleksandropoulou, V., Torseth, K. (2015). *Contribution of Natural Sources to PM Emissions over The Metropolitan Areas of Athens and Thessaloniki. Aerosol and Air Quality Research*, 15(4), 1300-1312.
- Lisyastuti, Esi. (2010). Jumlah Koloni Mikroorganisme Udara dalam Ruang dan Hubungan dengan Kejadian Sick Building Syndrom (SBS) pada Pekerja Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur (BP2TKS) BPPT di Kawasan Puspiptek Serpon tahun 2010. Skripsi. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Lohr, V. & Pearson, C., (1996). Particulate matter accumulation on horizontal surfaces in interiors: influence of foliage plants. *Atmospheric environment*, 8(3), pp. 265-272.
- Lotfy, S. M., & Mostafa, A. Z. (2014). *Phytoremediation of Contaminated Soil with Cobalt and Chromium. Journal of Geochemical Exploration*, 144, 367-373.
- Mangkoedihardjo S. (2005). Fitoteknologi dan Ekotoksikologi dalam Desain Operasi Pengomposan Sampah, Seminar Nasional Teknologi Lingkungan III ITS.
- Marpaung, Y. M. (2012). Pengaruh Paparan Debu Respirable PM_{2,5} Terhadap Kejadian Gangguan Fungsi Paru Pedagang Tetap di Terminal Terpadu Kota Depok Tahun 2012. 70.
- Morawska, L., Ayoko, G. A., Bae, G. N., Buonanno, G., Chao, C. Y. H., Clifford, S., ... & Wierzbicka, A. (2017). *Airborne particles in indoor environment of homes, schools, offices and aged care facilities: The main routes of exposure. Environment international*, 108, 75-83.
- Muziansyah, D., Sulistiyorini, R., Sebayang, S. (2015). Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus: Terminal Pasar Bawah Ramayana Kota Bandar Lampung). *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain (JRSDD)*: 3(1), 57-70.
- Nature & Garden, (2019). Ficus benjamina, Ideal For Indoors.
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1077 Tahun 2011 tentang Indeks Kualitas Udara Ruang
- Plantopedia, (2015). Plantopedia English. Diakses pada: <https://www.plantopedia.com/pachira-aquatica>.
- Pujiantara, A. R. F. (2018). Studi Pengaruh Jenis Tanaman Terhadap Reduksi PM₁₀ Di Ruang Terbuka Hijau Jalan Dr. Ir. H. Soekarno (MERR II-C) Kota Surabaya. Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Pujiastuti, P., Soemirat, J., Dirgawati, M. (2013). Karakteristik Anorganik PM₁₀ di Udara Ambien terhadap Mortalitas dan Morbiditas pada Kawasan Industri di Kota Bandung. *Jurnal Reka Lingkungan*: 1(1), 24-34.
- Putri, E.P. (2012). Konsentrasi PM_{2,5} di Udara dalam Ruang dan Penurunan Fungsi Paru pada Orang Dewasa di Sekitar Kawasan Industri Pulo Gadung Jakarta Timur Tahun 2012. Universitas Indonesia. Skripsi. Depok: Universitas Indonesia.

- Rezki, N., Meqory, Y., dan Dodon., Y. (2013). Rancang Bangun Prototipe Bahaya Gas Polutan dalam Ruangan dengan Metode Elektrolisis Berbasis Mikrokontroler. Padang: Politeknik Negeri Padang.
- Riduwan. (2008). Dasar-dasar Statistika. Bandung:Alfabeta
- Salim. (2014). Pemetaan Konsentrai *Particulate Matter* 10 μm (PM₁₀) dan Penentuan Nilai *Air Pollution Tolerance Index* (APTI) pada Tanaman Angsana (*Pterocarpus indicus* Willd.) di Jalan Raya ITS. Surabaya: Jurusan Biologi, FMIPA, ITS.
- Sembiring, Alvin Christianta. (2018). Pengaruh Aktivitas Penghuni Apartemen Terhadap Kualitas Udara dalam Ruang Apartemen pada Parameter PM_{2,5} dan PM₁₀. Surabaya: Departemen Teknik Lingkungan, FTSLK, ITS.
- Setyorini, Tantri. (2021). Diakses pada: <https://images.app.goo.gl/bbB7J2pkuo6Z5ZpA6>.
- Situmorang, Charles. (2017). Pengaruh Tanaman Sirih Gading (*Epipremnum aureum*) terhadap CO dalam Ruangan. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Satya Negara Indonesia.
- Sorkhoh, N. A., Al-Mailem, D. M., Ali, N., Al-Awadhi, H., Salamah, S., Eliyas, M., & Radwan, S. S. (2011). Bioremediation of volatile oil hydrocarbons by epiphytic bacteria associated with American grass (*Cynodon* sp.) and broad bean (*Vicia faba*) leaves. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 65(6), 797-802.
- Suci, A. G. (2018). Dampak Inovasi Pelayanan Terhadap Kepuasan Pelanggan dan Peningkatan Nilai Pelanggan di Stasiun Kereta Api. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Thatcher, T. L. & Layton, D. W., (1995). *Deposition, Resuspension, and Penetration of Particles within a Residence*. *Atmospheric Environment*, 29(13), pp. 1487-1497.
- U.S. Environmental Protection Agency (US EPA). (2007). Atlanta: *Presentedat the Air Monitoring*.
- Vivi, Roza, Mirna Ilza, and Sofia Anita. (2015). Korelasi Konsentrasi Particulate Matter (PM₁₀) di Udara dan Kandungan Timbal (Pb) dalam Rambut Petugas SPBU di Kota Pekanbaru. *Dinamika Lingkungan Indonesia* 2.1:52-60.
- Wardhana. (2004). Dampak Pencemaran Lingkungan. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Website IQAir AirVisual Pro (2020). Diakses pada: <https://support.iqair.com/en/articles/3029390-how-do-the-pm2-5-sensor-and-co2-sensor-work>
- Youngman, L. (1999). *Physiological respon Of Switchgrass (Panicum Virgatum L) to Organic And Inorganic Amened Heavy-Metal Contaminated Chat Tailings*. *Phytoremediation of Soil and Water Contaminants*.
- Zhang, B. Y., Zheng, J. S., & Sharp, R. G. (2010). *Phytoremediation in engineered wetlands: mechanisms and applications*. *Procedia Environmental Sciences*, 2, 1315-1325.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN A

Tabel Hasil Pengukuran Konsentrasi Partikulat Unit A

Waktu	Konsentrasi PM _{2,5} (µg/m ³)							Konsentrasi PM ₁₀ (µg/m ³)						
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
00:00 - 01:00	16,5	43,9	11,7	77,3	51,7	33,4	17,9	29,7	53,7	17,6	96,7	77,8	50,1	21,5
01:00 - 02:00	15,3	56,1	14,1	76,6	43,5	35,4	15,3	27,6	70,1	21,1	96,2	65,3	53,1	18,4
02:00 - 03:00	16,7	69,9	16,3	69,1	35,6	36,1	14,5	30,0	88,1	24,4	85,4	53,6	54,1	17,4
03:00 - 04:00	18,5	79,2	12,9	67,4	45,2	42,1	16,9	33,4	103,6	19,3	83,7	67,8	63,2	20,2
04:00 - 05:00	11,8	78,0	11,9	87,0	51,2	50,2	53,3	21,2	99,6	17,8	110,6	77,3	75,6	65,5
05:00 - 06:00	11,5	79,4	11,5	90,9	51,5	70,9	74,5	20,9	101,0	17,3	118,4	78,0	98,4	94,1
06:00 - 07:00	14,3	85,0	12,5	93,4	59,3	83,9	102,6	25,8	109,3	18,8	123,4	91,7	116,1	138,3
07:00 - 08:00	16,2	82,6	16,1	109,6	73,7	106,0	106,7	29,1	106,2	24,1	149,4	114,2	150,8	146,6
08:00 - 09:00	16,3	81,0	8,6	111,4	61,9	71,6	99,4	29,4	103,4	13,0	158,2	94,8	101,3	135,5
09:00 - 10:00	19,1	69,1	7,3	77,7	32,8	36,9	78,9	34,3	86,4	10,9	97,7	49,2	55,4	100,0
10:00 - 11:00	18,9	59,1	7,8	40,9	15,4	21,4	55,1	34,3	72,3	11,7	49,1	23,1	32,1	67,8
11:00 - 12:00	15,5	40,5	9,2	24,0	8,2	25,0	49,4	28,0	48,8	13,8	28,9	12,2	37,5	60,3
12:00 - 13:00	13,3	27,9	12,1	18,3	7,8	22,6	44,0	24,0	33,4	18,2	22,0	11,7	33,8	53,1
13:00 - 14:00	11,1	22,8	11,1	10,5	9,7	16,3	31,1	20,1	27,4	16,6	12,6	14,6	24,4	37,5
14:00 - 15:00	8,9	18,4	9,7	10,0	11,6	20,8	22,0	16,1	22,1	14,6	12,0	17,4	31,1	26,3
15:00 - 16:00	7,9	14,7	13,1	16,5	12,3	22,7	16,7	14,3	17,6	19,7	19,8	18,4	34,1	20,1
16:00 - 17:00	9,1	11,2	12,6	37,5	16,0	16,6	16,0	16,4	13,4	18,9	45,1	24,0	24,9	19,3
17:00 - 18:00	14,4	11,2	14,5	46,8	16,9	19,1	16,4	26,1	13,4	21,7	56,3	25,3	28,6	19,9
18:00 - 19:00	15,0	11,0	19,8	53,0	16,8	22,6	21,3	27,1	13,2	29,6	64,9	25,3	33,8	25,9
19:00 - 20:00	15,5	11,2	15,8	48,1	17,0	18,1	35,3	28,0	13,4	23,7	57,7	25,5	27,2	43,0
20:00 - 21:00	17,9	11,3	13,3	53,2	9,5	13,4	27,2	32,5	13,6	19,9	64,2	14,3	20,2	32,6
21:00 - 22:00	19,1	11,7	14,6	60,3	21,7	16,2	18,6	34,6	14,0	21,9	73,5	32,6	24,2	22,3
22:00 - 23:00	24,0	11,5	21,1	62,3	25,1	16,9	17,7	43,1	13,8	31,6	76,3	37,7	25,3	21,3
23:00 - 24:00	32,7	12,3	58,7	66,5	32,7	16,8	17,0	59,8	14,8	90,9	81,6	49,1	25,3	20,4

Waktu	Konsentrasi PM _{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)							Konsentrasi PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
Rata-rata	15,8	41,6	14,8	58,7	30,3	34,8	40,3	28,6	52,2	22,4	74,3	45,9	50,9	51,1

Tabel Hasil Pengukuran Konsentrasi Partikulat Unit B

Waktu	Konsentrasi PM _{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)							Konsentrasi PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
00:00 - 01:00	24,7	21,6	13,2	29,9	20,4	14,3	21,7	32,9	32,4	23,7	36,1	30,6	21,4	32,5
01:00 - 02:00	29,4	36,4	13,9	57,3	17,2	13,7	15,0	39,2	54,6	24,9	71,3	25,8	20,6	22,5
02:00 - 03:00	34,9	36,9	14,9	71,3	18,4	15,1	10,9	46,5	55,4	26,8	90,4	27,8	22,6	16,4
03:00 - 04:00	22,8	43,6	12,7	88,7	41,5	16,5	17,4	30,4	65,3	22,8	118,1	62,8	24,7	26,4
04:00 - 05:00	12,0	49,0	12,2	98,9	61,7	17,8	23,7	16,0	73,7	21,9	137,1	94,1	26,8	35,6
05:00 - 06:00	6,8	54,4	11,7	95,1	66,7	32,2	27,0	9,0	83,5	21,0	132,7	104,0	48,6	41,2
06:00 - 07:00	6,3	56,5	11,8	91,9	73,9	54,2	49,8	8,4	85,8	21,3	124,4	117,9	84,1	75,7
07:00 - 08:00	11,5	95,7	13,2	81,8	70,9	77,3	43,9	15,4	155,8	23,7	107,4	111,0	128,6	65,9
08:00 - 09:00	15,1	104,6	12,7	70,9	57,6	69,3	35,2	20,2	172,2	22,8	89,2	87,8	108,5	52,7
09:00 - 10:00	18,0	68,1	13,2	72,3	38,5	61,2	35,2	23,9	105,4	23,7	93,1	57,9	95,2	52,7
10:00 - 11:00	24,9	22,1	12,3	55,6	37,9	48,6	34,5	33,1	33,2	22,2	67,6	57,3	74,9	51,8
11:00 - 12:00	13,7	16,6	12,2	41,5	45,4	40,2	34,8	18,3	24,9	21,9	50,2	68,8	60,8	52,3
12:00 - 13:00	9,9	11,9	11,7	33,8	50,3	29,7	36,2	13,3	17,8	21,0	40,7	80,0	44,5	54,3
13:00 - 14:00	8,4	9,4	12,3	25,8	19,9	22,1	37,9	11,2	14,0	22,2	31,0	29,8	33,1	56,8
14:00 - 15:00	7,4	12,3	11,0	22,0	10,3	17,4	36,5	9,9	18,4	19,8	26,4	15,4	26,2	54,8
15:00 - 16:00	5,9	8,7	10,8	18,4	8,4	13,5	42,6	7,9	13,0	19,5	22,1	12,6	20,8	63,8
16:00 - 17:00	8,5	6,6	10,8	16,4	8,1	10,8	50,5	11,3	10,0	19,5	19,7	12,1	16,2	75,8
17:00 - 18:00	10,0	10,7	11,5	15,2	7,4	10,3	48,8	13,3	16,1	20,7	18,2	11,1	15,4	73,5
18:00 - 19:00	11,3	8,8	12,8	16,5	6,6	10,4	32,9	15,0	13,3	23,1	19,9	9,9	15,9	49,4
19:00 - 20:00	20,2	9,0	15,4	19,4	7,9	12,1	20,7	27,0	13,5	27,7	23,3	11,9	18,2	31,0

Waktu	Konsentrasi PM _{2,5} (µg/m ³)							Konsentrasi PM ₁₀ (µg/m ³)						
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
20:00 - 21:00	26,6	8,8	15,4	21,6	14,2	15,0	16,6	35,5	13,3	27,7	25,9	21,3	22,5	25,0
21:00 - 22:00	19,1	5,8	15,4	25,5	20,1	18,3	21,0	25,4	8,7	27,7	30,6	30,1	27,5	31,5
22:00 - 23:00	17,2	9,3	17,2	25,5	20,8	21,1	23,8	22,9	14,3	31,0	30,8	31,2	31,7	35,7
23:00 - 24:00	20,4	10,9	21,0	21,6	17,0	21,6	17,7	27,2	16,3	37,7	25,9	25,6	32,4	26,6
Rata-rata	16,0	29,9	13,3	46,5	30,9	27,6	30,6	21,4	46,3	23,9	59,7	47,4	42,5	46,0

Tabel Hasil Pengukuran Konsentrasi Partikulat Unit C

Waktu	Konsentrasi PM _{2,5} (µg/m ³)							Konsentrasi PM ₁₀ (µg/m ³)						
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
00:00 - 01:00	12,9	47,7	14,4	28,0	17,9	12,6	14,9	19,3	71,8	21,6	42,0	21,5	18,9	17,9
01:00 - 02:00	11,9	57,2	14,0	39,9	19,8	10,6	11,2	17,8	87,7	21,0	60,6	23,8	15,8	13,4
02:00 - 03:00	13,2	59,4	11,7	49,3	21,5	12,2	12,8	19,8	93,1	17,6	74,9	25,8	18,3	15,4
03:00 - 04:00	16,2	60,1	8,7	60,1	36,5	13,9	12,7	24,3	92,5	13,1	92,8	44,5	20,8	15,2
04:00 - 05:00	13,0	61,5	7,9	69,1	45,3	14,1	26,1	19,6	95,3	11,8	109,3	55,4	21,1	31,3
05:00 - 06:00	9,7	60,9	12,1	65,1	47,2	25,6	51,3	14,5	93,8	18,4	102,8	57,4	38,7	62,8
06:00 - 07:00	10,9	63,2	17,2	61,6	51,6	45,4	66,9	16,3	98,8	25,8	95,8	62,8	68,7	83,3
07:00 - 08:00	21,0	58,8	14,0	59,3	53,9	66,8	77,1	31,8	90,1	21,0	92,2	65,9	109,3	100,8
08:00 - 09:00	17,4	58,7	14,9	55,0	39,7	61,4	67,1	26,0	89,8	22,4	84,0	48,0	98,9	84,9
09:00 - 10:00	41,2	69,9	16,6	56,8	37,1	55,0	50,1	62,3	108,3	24,9	87,6	44,9	84,7	60,7
10:00 - 11:00	28,5	57,3	13,9	45,2	41,3	42,2	38,5	42,7	86,5	20,9	68,3	49,5	63,8	46,2
11:00 - 12:00	19,0	35,0	12,8	34,2	40,3	32,4	33,9	28,5	52,6	19,2	51,3	49,0	48,7	40,7
12:00 - 13:00	13,6	26,8	12,9	23,4	24,5	25,7	31,1	20,4	40,2	19,4	35,1	29,5	38,5	37,7
13:00 - 14:00	10,9	18,2	11,7	16,3	17,3	21,1	21,8	16,3	27,4	17,9	24,4	20,8	31,7	26,2
14:00 - 15:00	10,2	17,1	9,7	15,1	14,8	15,5	14,6	15,3	25,6	14,5	22,7	17,8	23,3	17,5
15:00 - 16:00	10,4	12,9	10,4	16,2	12,1	8,8	13,0	15,6	19,3	15,6	24,3	14,5	13,3	15,6

Waktu	Konsentrasi PM _{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)							Konsentrasi PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
16:00 - 17:00	16,2	9,2	10,0	11,5	10,2	10,9	72,7	24,2	13,8	15,0	17,2	12,3	16,3	160,4
17:00 - 18:00	23,1	9,8	12,1	12,9	6,6	14,1	120,9	34,7	14,7	18,2	19,4	8,0	21,1	254,6
18:00 - 19:00	21,0	11,6	15,7	18,9	9,1	14,6	29,2	31,6	17,4	23,6	28,3	11,0	21,9	38,0
19:00 - 20:00	21,5	8,9	13,0	18,9	26,7	18,8	27,4	32,3	13,3	19,5	28,4	32,4	28,2	33,1
20:00 - 21:00	21,5	9,5	12,8	17,2	30,8	27,3	26,5	32,3	14,3	19,2	25,8	37,0	40,9	31,8
21:00 - 22:00	21,5	8,7	13,3	20,6	26,8	28,0	13,8	32,3	13,0	20,0	30,9	32,6	42,6	16,6
22:00 - 23:00	25,9	11,4	17,7	18,2	23,7	28,9	13,7	38,8	17,0	26,5	27,3	28,7	43,9	16,4
23:00 - 24:00	37,0	14,9	20,7	13,9	15,7	25,9	12,5	55,8	22,3	31,0	20,8	18,8	39,1	15,0
Rata-rata	18,7	35,4	13,3	34,4	27,9	26,3	35,8	28,0	54,1	19,9	52,8	33,8	40,4	51,5

Tabel Hasil Pengukuran Konsentrasi Partikulat Minggu Ke-2

Waktu	Konsentrasi PM _{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						Konsentrasi PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
	Unit A		Unit B		Unit C		Unit A		Unit B		Unit C	
	Kamis	Minggu	Kamis	Minggu	Kamis	Minggu	Kamis	Minggu	Kamis	Minggu	Kamis	Minggu
00:00 - 01:00	17,1	27,6	17,1	26,4	14,4	19,7	33,8	33,2	20,5	31,7	21,7	29,6
01:00 - 02:00	18,5	37,2	18,5	43,9	15,1	15,3	42,0	45,0	22,1	52,8	22,7	22,9
02:00 - 03:00	21,3	48,9	21,3	61,1	17,8	13,2	52,7	59,4	25,6	74,2	26,8	19,8
03:00 - 04:00	24,7	58,1	24,7	70,4	38,6	10,8	65,9	71,5	29,7	87,1	58,7	16,3
04:00 - 05:00	27,6	66,7	27,6	92,7	51,2	12,5	71,2	83,7	33,1	119,2	77,8	18,8
05:00 - 06:00	29,6	80,9	29,6	96,2	53,1	16,2	82,3	104,4	35,5	124,2	81,1	24,4
06:00 - 07:00	49,1	75,2	49,1	81,4	69,2	11,8	118,8	94,6	59,7	102,0	108,1	16,7
07:00 - 08:00	67,5	73,5	67,5	70,5	78,4	12,2	126,8	95,2	83,7	87,4	124,5	21,3
08:00 - 09:00	45,2	65,0	45,2	61,1	71,9	15,2	94,9	82,0	54,3	74,1	113,6	15,7
09:00 - 10:00	27,2	76,6	27,2	56,3	52,2	14,9	52,7	96,0	32,6	67,8	79,3	13,2

Waktu	Konsentrasi PM _{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						Konsentrasi PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
	Unit A		Unit B		Unit C		Unit A		Unit B		Unit C	
	Kamis	Minggu	Kamis	Minggu	Kamis	Minggu	Kamis	Minggu	Kamis	Minggu	Kamis	Minggu
10:00 - 11:00	22,6	39,8	22,6	30,6	32,5	12,6	49,4	48,2	27,1	36,7	49,3	12,2
11:00 - 12:00	23,3	26,9	23,3	19,0	14,0	22,8	40,2	32,3	28,0	22,9	21,0	11,2
12:00 - 13:00	11,9	17,5	11,9	13,3	11,1	21,1	24,5	21,0	14,3	15,9	16,6	15,8
13:00 - 14:00	7,7	14,6	7,7	10,7	9,5	23,8	17,6	17,5	9,2	12,9	8,6	15,8
14:00 - 15:00	5,8	15,1	5,8	14,7	10,4	16,0	13,7	18,1	7,0	17,7	8,3	18,8
15:00 - 16:00	6,6	18,3	6,6	14,8	13,4	14,6	13,6	21,9	8,0	17,7	10,1	18,3
16:00 - 17:00	8,2	22,3	8,2	17,4	20,3	14,2	17,7	26,8	9,8	20,8	12,2	19,3
17:00 - 18:00	11,2	20,1	11,2	12,5	16,1	14,5	20,7	24,1	13,5	15,0	17,7	18,8
18:00 - 19:00	10,2	16,8	10,2	11,6	17,9	22,2	19,1	20,1	12,3	13,9	26,8	22,2
19:00 - 20:00	10,9	18,4	10,9	13,3	16,4	19,4	20,5	22,1	13,1	16,0	24,6	24,0
20:00 - 21:00	12,9	19,6	12,9	12,2	18,2	16,6	23,6	23,5	15,5	14,6	27,2	18,3
21:00 - 22:00	30,9	17,9	30,9	11,5	32,5	13,2	32,3	21,4	37,1	13,8	48,7	31,6
22:00 - 23:00	35,7	18,0	35,7	11,3	31,8	11,2	31,7	21,6	42,8	13,6	47,7	32,0
23:00 - 24:00	37,0	22,2	37,0	16,8	24,3	11,9	33,9	26,6	44,4	20,1	36,4	35,6
Rata-rata	23,5	37,4	23,5	36,2	30,4	15,7	45,8	46,3	28,3	44,7	44,6	20,5

Tabel Hasil Pengukuran Konsentrasi Partikulat Minggu Ke-3

Waktu	Konsentrasi PM _{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						Konsentrasi PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
	Unit A		Unit B		Unit C		Unit A		Unit B		Unit C	
	Kamis	Minggu	Kamis	Minggu	Kamis	Minggu	Kamis	Minggu	Kamis	Minggu	Kamis	Minggu
00:00 - 01:00	15,4	37,8	35,3	31,8	36,0	42,4	21,6	50,4	41,6	35,0	64,9	50,9
01:00 - 02:00	20,7	48,1	28,8	33,1	37,4	38,8	25,7	93,8	32,2	36,4	71,3	46,5
02:00 - 03:00	42,6	44,1	23,6	35,0	37,8	30,8	46,9	82,3	23,7	38,5	71,3	37,0

Waktu	Konsentrasi PM _{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						Konsentrasi PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
	Unit A		Unit B		Unit C		Unit A		Unit B		Unit C	
	Kamis	Minggu	Kamis	Minggu	Kamis	Minggu	Kamis	Minggu	Kamis	Minggu	Kamis	Minggu
03:00 - 04:00	71,0	40,5	21,0	52,0	48,5	26,7	73,2	73,1	22,7	57,2	87,3	32,0
04:00 - 05:00	96,2	41,2	21,7	57,6	43,5	23,3	103,8	70,2	23,3	63,5	79,6	28,0
05:00 - 06:00	101,9	40,7	23,8	56,8	37,0	34,3	110,9	68,4	26,7	62,6	68,1	41,2
06:00 - 07:00	97,8	41,4	45,3	55,2	41,3	38,9	105,7	69,5	49,0	60,8	77,0	46,7
07:00 - 08:00	93,9	41,0	56,8	57,0	42,9	41,1	98,0	68,9	73,1	63,1	80,3	49,4
08:00 - 09:00	75,9	40,5	34,8	62,6	47,0	38,4	78,2	68,1	60,7	70,3	90,4	46,1
09:00 - 10:00	46,4	42,7	35,3	60,4	60,4	31,5	50,3	71,8	61,8	67,5	108,7	37,8
10:00 - 11:00	25,4	48,2	32,9	57,8	41,2	29,5	34,2	81,0	57,2	64,0	76,3	35,4
11:00 - 12:00	38,8	48,9	32,6	50,7	34,6	45,9	47,5	82,1	57,1	55,8	65,2	55,1
12:00 - 13:00	34,3	55,6	32,2	33,3	32,3	54,7	41,2	86,8	56,3	36,6	61,1	65,6
13:00 - 14:00	26,9	51,4	37,9	32,9	27,4	55,8	35,1	86,3	66,4	36,2	50,8	67,0
14:00 - 15:00	21,4	42,2	32,6	30,6	35,4	44,7	31,6	70,8	53,4	33,7	70,5	53,6
15:00 - 16:00	21,9	39,6	29,2	27,2	39,5	36,5	27,2	66,5	47,2	29,9	71,0	43,8
16:00 - 17:00	22,8	36,7	35,8	20,8	36,8	31,3	27,4	61,6	41,5	22,9	66,2	46,0
17:00 - 18:00	23,8	38,0	38,1	15,2	31,0	35,8	29,5	63,9	44,2	16,7	55,9	62,7
18:00 - 19:00	23,8	36,5	50,5	13,7	26,2	42,2	30,4	61,3	60,0	15,1	47,5	73,9
19:00 - 20:00	24,9	32,9	57,1	17,3	34,7	100,3	31,4	55,3	70,5	19,0	67,9	147,5
20:00 - 21:00	25,2	37,4	35,2	20,3	33,0	54,1	33,5	62,8	15,1	22,4	67,5	81,4
21:00 - 22:00	24,5	30,0	45,8	21,8	32,0	50,7	36,9	50,4	129,2	24,0	68,9	76,0
22:00 - 23:00	22,3	36,5	35,1	22,0	27,8	41,0	35,4	61,3	44,0	24,2	49,7	61,5
23:00 - 24:00	18,5	43,7	33,6	20,5	21,1	38,2	34,2	73,4	32,9	22,5	37,8	48,1
Rata-rata	42,3	41,5	35,6	36,9	36,9	42,0	49,6	70,0	49,6	40,8	69,0	55,6

LAMPIRAN B

One-way ANOVA: PM2.5 versus Volume

Factor Information

Factor	Levels	Values
Volume	4	36.0, 59.9, 63.4, 74.3

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Volume	3	1076.1	358.7	0.82	0.590
Error	2	872.8	436.4		
Total	5	1948.9			

General Linear Model: PM2.5 versus Jarak, Hari

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
Jarak	Fixed	3	3, 15, 30
Hari	Fixed	2	Kamis, Minggu

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Jarak	2	948.56	474.279	0.95	0.513
Hari	1	1.12	1.116	0.00	0.967
Error	2	999.19	499.596		
Total	5	1948.87			

One-way ANOVA: PM10 versus Volume

Factor Information

Factor	Levels	Values
Volume	4	36.0, 59.9, 63.4, 74.3

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Volume	3	1630	543.3	0.50	0.719
Error	2	2173	1086.5		
Total	5	3803			

General Linear Model: PM10 versus Jarak, Hari

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
Jarak	Fixed	3	3, 15, 30
Hari	Fixed	2	Kamis, Minggu

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Jarak	2	1652.54	826.27	0.77	0.564
Hari	1	16.02	16.02	0.02	0.914
Error	2	2134.44	1067.22		
Total	5	3803.00			

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

BIOGRAFI PENULIS



Penulis lahir di Kota Surabaya pada tanggal 18 April 2000. Pendidikan dasar dimulai oleh penulis di SD Laboratorium UNESA pada tahun 2006-2012, kemudian dilanjut pendidikan tingkat menengah pertama di SMPN 6 Surabaya pada tahun 2012-2015, selanjutnya pendidikan tingkat menengah atas pada tahun 2015-2018 di SMAN 15 Surabaya. Setelah lulus dari SMA, penulis melanjutkan pendidikannya S1 di Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya yang dimulai pada Tahun 2018. Selain sebagai mahasiswa, saat masa perkuliahan, penulis juga aktif tergabung dalam beberapa organisasi seperti Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) sebagai Staff EEEEC saat kepengurusan Nyala Karya dan Cipta Pesona.

Di bidang keilmiah, penulis juga menempati posisi semifinalis kompetisi GE x SRE Youth Idea Competition pada tahun 2021.

Penulis juga bergabung pada organisasi Indonesi Corrosion Association ITS SC (INDOCOR) sebagai *staff department of event*. Penulis beberapa kali tergabung dalam kepanitiaan acara dalam lingkup kampus maupun luar kampus. Penulis memiliki pengalaman kerja praktik di PT Pelindo Marine Service yang berlokasi di Perak, Surabaya selama 2 bulan sebagai staf magang di Departemen Sistem Manajemen dan Manajemen Risiko, terhitung sejak bulan Juli hingga bulan September 2021. Saat mengerjakan tugas akhir, penulis juga sedang dalam Program Magang Beasiswa Bersertifikat (PMMB) yang diselenggarakan oleh FHCI BUMN selama 6 bulan sejak bulan Maret 2022 hingga bulan Agustus 2022, mendapatkan penempatan di PT Pelindo Regional 3 yang berlokasi di Perak, Surabaya. Banyak sekali pelajaran yang dapat diambil dari pengalaman yang telah dilakukan penulis. Berbagai pelatihan serta seminar nasional dan internasional di bidang Teknik Lingkungan juga telah diikuti dalam rangka untuk pengembangan diri. Penulis dapat dihubungi via email elfiraaprillia18@gmail.com.

Halaman ini Sengaja Dikosongkan



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FORM FTA-03

KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Elfira Aprilia
NRP : 03211840000107
Judul : Perencanaan Penggunaan Tanaman Hias untuk
Fitoremediasi Ruang Dalam (*Indoor*)
Apartemen dari Pajanan Partikulat

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1	5 Januari 2022	Penetapan judul dan topik tugas akhir untuk seminar proposal	
2	15 Februari 2022	Penyampaian isi laporan untuk maju seminar proposal	
3	17 Februari 2022	Pergantian judul laporan sesuai dari saran seminar proposal	
4	14 Maret 2022	Perizinan pergantian alat	
5	18 April 2022	Penetapan metode pengukuran dan pembahasan data sementara	
6	26 April 2022	Teknis survei jumlah kendaraan	
7	13 Mei 2022	Pembahasan data hasil pengukuran untuk maju seminar kemajuan	
8	22 Juni 2022	Revisi laporan kemajuan dan penambahan uji statistika untuk signifikansi data	

Surabaya, Juli 2022
Dosen Pembimbing

Bieby Voijant Tangahu S.T., M.T., Ph.D