



Buku Tugas Akhir

# Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis Standar Pengukuran *Enhanced Indoor Air Quality Index*.

Muhammad Zaki Gandara  
2016630036

Pembimbing:  
Nico Saputro, S.T., M.T., Ph.D.  
Dr. Christian Fredy Naa, S.Si., M.Si., M.Sc.

Diajukan untuk memenuhi salah  
satu syarat mendapatkan gelar  
Sarjana Teknik

Januari 2021



# **Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis Standar Pengukuran *Enhanced Indoor Air Quality Index*.**

**Muhammad Zaki GANDARA**  
2016630036

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Universitas Katolik Parahyangan.

## **Panitia Penguji :**

Nico Saputro, S.T., M.T., Ph.D., Pembimbing 1

Dr. Christian Fredy Naa, S.Si., M.Si., M.Sc.,  
Pembimbing 2

Triana Mugia Rahayu, S.T., M.Sc. , Penguji 1

Levin Halim, S.T., M.T., Penguji 2

---

© 2021, Program Studi Sarjana Teknik Elektro (Konsentrasi Mekanika)– Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Katolik Parahyangan, Jl. Ciumbuleuit no 94, Bandung 40141, INDONESIA.

Dokumen ini dilindungi oleh undang-undang. Tidak diperkenankan mereproduksi seluruh ataupun sebagian isi dokumen ini dalam bentuk apa pun, baik secara cetak, photoprint, mikrofilm, elektronik, atau cara lainnya tanpa izin tertulis dari Program Studi Sarjana Teknik Elektro (Konsentrasi Mekanika), Universitas Katolik Parahyangan.

All rights reserved. No part of the publication may be reproduced in any form by print, photoprint, microfilm, electronic or any other means without written permission from the Department of Electrical Engineering (Mechatronics), Parahyangan Catholic University.

# Lembar Persetujuan Selesai



Tugas Akhir berjudul:

## **Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis Standar Pengukuran *Enhanced Indoor Air Quality Index.***

oleh:

Muhammad Zaki Gandara  
NPM : 2016630036

ini telah diujikan pada Sidang Tugas Akhir 2 (IME 184500) di Program Studi Sarjana  
Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Fakultas Teknologi Industri,  
Universitas Katolik Parahyangan serta dinyatakan SELESAI.

**TANDA PERSETUJUAN SELESAI,**

Bandung, Januari 2021

Ketua Program Studi Sarjana  
Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika

**Dr. Ir. Ali Sadiyoko, M.T**

Pembimbing Pertama,

Pembimbing Kedua,

**Nico Saputro, S.T., M.T., Ph.D.**

**Dr. Christian Fredy Naa, S.Si., M.Si., M.Sc.**



# PERNYATAAN TIDAK MENCONTEK ATAU MELAKUKAN TINDAKAN PLAGIAT

Saya yang bertandatangan dibawah ini,

**MUHAMMAD ZAKI GANDARA**

Dengan ini menyatakan bahwa Buku Tugas Akhir dengan judul:

"RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS UDARA  
DALAM RUANGAN BERBASIS STANDAR PENGUKURAN *ENHANCED  
INDOOR AIR QUALITY INDEX*. "

adalah hasil pekerjaan Saya. Seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber  
lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini Saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini  
tidak sesuai dengan kenyataan maka Saya bersedia menanggung sanksi yang  
akan dikenakan kepada Saya.

Bandung, .....

**Muhammad Zaki Gandara**

NPM: 2016630036



# Lembar Persembahan

Tugas Akhir ini yang pertama dipersembahkan untuk **kedua orang tua tercinta yakni Dadang Gandara dan Naziah** yang telah membimbing, mendoakan, dan memberikan semangat yang tidak dapat digantikan oleh apapun di dunia ini.

Semoga dengan selesainya Tugas Akhir ini dapat memberikan rasa kebanggaan terhadap mama, papa, abang imam, kakak nia, bang reva, kak dini, dan dery karena anak bungsu dari mama papa sudah menyelesaikan Tugas Akhir dan mendapatkan gelar sarjana.

Kedua, Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk **keluarga besar dari mama dan papa** yang telah memberikan bantuan berupa materi dan moril sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Ketiga, Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk **teman - teman seperjuangan** yang telah memberikan kritik dan masukan sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Semoga Allah SWT membalas seluruh kebaikan dan bantuan yang telah dilakukan.



# Pedoman Penggunaan Buku Tugas Akhir

Buku Tugas Akhir yang tidak dipublikasikan, terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Katolik Parahyangan, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Universitas Katolik Parahyangan. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh Buku Tugas Akhir haruslah seizin Ketua Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan.

Staf dosen dan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan dapat menggunakan Buku Tugas Akhir ini sebagai rujukan pada penelitian-penelitian yang akan dilakukan sesuai dengan rekomendasi yang dikeluarkan oleh Koordinator Tugas Akhir dan/atau Tim Dosen Pembimbing.



## Abstrak

Saat ini, sebagian besar rumah tidak dilengkapi oleh sistem pemantauan kualitas udara. Sebagai hasilnya, kualitas udara di dalam rumah tidak terkuantifikasi sehingga orang yang beraktivitas didalamnya tidak dapat mengetahui kondisi kualitas udara dalam keadaan baik atau sebaliknya. Berdasarkan fenomena tersebut, diperlukan sebuah sistem pemantauan kualitas udara dalam ruangan yang berfungsi sebagai media informasi terkait kondisi kualitas udara dalam rumah. Dalam penelitian ini, dilakukan rancang bangun sebuah sistem pemantauan kualitas udara dalam ruangan yang terdiri dari tiga buah sensor untuk mendeteksi tiga parameter yaitu konsentrasi CO<sub>2</sub>, konsentrasi debu, dan suhu. Ketiga parameter hasil pembacaan sensor akan dikonversi ke standar pengukuran *Enhanced Indoor Air Quality Index* (EIAQI) sebagai indikator kualitas udara di dalam ruangan tersebut. Kriteria sensor yang digunakan untuk mengukur tiga parameter tersebut didasarkan atas tiga kriteria yakni ketersediaan di pasar, harga, dan didukung oleh mikrokontroler. Suatu *measurement chamber* berbentuk kubus dari bahan akrilik dibuat untuk melakukan eksperimen dan pengujian sistem yang diusulkan. Eksperimen yang dilakukan menggunakan lilin menyala sebagai sumber polutan dan banyaknya jendela yang dibuka untuk menghasilkan kualitas udara yang berubah-ubah didalam *measurement chamber* tersebut. Hasil eksperimen dan pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang dapat bekerja sebagaimana mestinya dan dapat menghasilkan indikator kualitas udara yang sesuai saat kondisi udara didalam *measurement chamber* berubah-ubah.



## Abstract

Currently, most houses are not equipped with an air quality monitoring system. As a result, the quality of the air in the house is not quantified so that people who are doing activities within it cannot know whether the air quality is in good condition or vice versa. Based on this phenomenon, it is necessary to have an indoor air quality monitoring system that functions as an media of information on the conditions of indoor air quality. In this study, a design of indoor air quality monitoring system consisting of three sensors that detect three parameters, namely sensors measuring CO<sub>2</sub> concentration, dust concentration, and temperature. The data for the three sensors were converted based on the EIAQI measurement standards in monitoring and providing air quality information. The criteria for sensors to be used to measure these three parameters is based on three criteria, namely availability in the market, price, and supported by a microcontroller. An acrylic cube or so-called measurement chamber is used to test the proposed system by conducting an experiment. A candle is used as a source of pollutant in this experiment and a few of windows that is opened to create a changing air quality inside measurement chamber. The result of this experiment and testing of proposed system shows that the proposed system can create an EIAQI index based on air quality that is changing.



# Kata Pengantar

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena dengan rahmat-Nya lah penyusunan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Tugas Akhir yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis Standar Pengukuran *Enhanced Indoor Air Quality Index*. " disusun, sebagai syarat untuk mengikuti Sidang pada mata kuliah Tugas Akhir II (IME 184500) pada Program Studi Sarjana Teknik Elektro (Konsentrasi Mekatronika) Universitas Katholik Parahyangan. Disadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, penulisan Tugas Akhir ini tidak akan terselesaikan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan bantuan baik secara materiil dan moral.
2. Dr. Ir. Bagus Made Arthaya, M.Eng selaku ketua jurusan Program Studi Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika.
3. Nico Saputro, S.T., M.T., Ph.D. dan Dr. Christian Fredy Naa, S.Si., M.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir di Program Studi Sarjana Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika Universitas Katolik Parahyangan.
4. Teman - teman yang telah memberikan dorongan, perhatian serta diskusi yang sangat bermanfaat.
5. Lagu-lagu yang dinyanyikan band *Roselia* dan *Raise a Suilen* yang senantiasa menemani saat mengerjakan penelitian ini.

Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika. Akhir kata, mohon maaf yang sebesar-besarnya jika ada kekurangan maupun hal-hal yang tidak berkenan pada Tugas Akhir. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah

berkontribusi dan besar harapan agar laporan ini dapat bermanfaat untuk ilmu pengetahuan kedepannya.

# Daftar Isi

Abstrak	ix
Abstract	xi
Kata Pengantar	xiii
Daftar Isi	xv
Daftar Tabel	xvii
Daftar Gambar	xix
<b>1 Pendahuluan</b>	<b>1</b>
1.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah . . . . .	3
1.2 Batasan Masalah dan Asumsi . . . . .	4
1.3 Tujuan Tugas Akhir . . . . .	4
1.4 Manfaat Tugas Akhir . . . . .	4
1.5 Metodologi Tugas Akhir . . . . .	5
1.6 Sistematika Penulisan . . . . .	5
<b>2 Tinjauan Pustaka</b>	<b>9</b>
2.1 <i>Enhanced Indoor Air Quality Index</i> (EIAQI) . . . . .	9
2.2 Perbandingan Sensor <i>Particle Counter</i> dan Sensor <i>Semiconducting Metal-Oxide</i> . . . . .	13
2.3 Thingspeak . . . . .	15
2.4 Studi Komparatif . . . . .	16
<b>3 Perancangan Sistem</b>	<b>23</b>

3.1	Penentuan Sensor . . . . .	23
3.2	Spesifikasi Sistem . . . . .	24
3.2.1	Cara Kerja Sensor . . . . .	26
3.2.2	Metode Kalibrasi Sensor . . . . .	27
3.3	Struktur Sistem dan Arsitektur Perangkat Keras . . . . .	29
3.3.1	Skematik Rancangan sistem . . . . .	30
3.4	Diagram Alir Sistem . . . . .	32
3.4.1	Pengambilan Waktu <i>Sampling</i> Sensor . . . . .	32
3.4.2	Algoritma Pengukuran Pada Rancangan Sistem . . . . .	33
3.4.3	Algoritma Pengiriman, konversi, serta penggabungan Data Bacaan Sensor . . . . .	34
3.5	Pemilihan Sumber Polutan yang Diuji . . . . .	36
3.6	Pengaturan Lokasi Pengujian Sistem . . . . .	37
3.7	Prosedur Pengujian Sistem . . . . .	39
<b>4</b>	<b>Analisis Sistem</b>	<b>41</b>
4.1	Realisasi Rancangan Sistem . . . . .	41
4.1.1	Pengujian Sensor Di Ruangan Terbuka dan Terjadi Perubahan Nilai yang disengaja . . . . .	42
4.2	Realisasi <i>Measurement Chamber</i> . . . . .	45
4.3	Pengujian Keutuhan Data . . . . .	46
4.4	Data Pengukuran dan Pengolahan Pengujian Sistem . . . . .	47
4.4.1	Kondisi 1 : 1 Jendela Terbuka . . . . .	47
4.4.2	Kondisi 2 : 2 Jendela Terbuka . . . . .	50
4.4.3	Kondisi 3 : 3 Jendela Terbuka . . . . .	53
4.4.4	Kondisi 4 : Tidak Ada Jendela Yang Terbuka . . . . .	56
4.4.5	Analisa . . . . .	60
<b>5</b>	<b>Simpulan dan Saran</b>	<b>61</b>
5.1	Kesimpulan . . . . .	61
5.2	Saran . . . . .	63
	<b>Daftar Pustaka</b>	<b>65</b>
	<b>Lampiran A Hasil Pengujian Sistem Kondisi 1 sampai 4</b>	<b>69</b>
	<b>Lampiran B Program Arduino Pada Mikrokontroler dan ESP8266</b>	<b>74</b>
B.1	Program Arduino Pada Mikrokontroler . . . . .	74
B.2	Program Arduino Pada ESP8266 . . . . .	85

# Daftar Tabel

1.1	Jenis polusi udara dalam bangunan . . . . .	1
1.2	Gejala <i>Sick Building Syndrome</i> . . . . .	2
2.1	Kelebihan dan kekurangan sensor <i>particle counter</i> dan sensor SMO. . . . .	14
2.2	Studi komparatif terkait rancangan sistem. . . . .	16
3.1	Perbandingan sensor yang ditemukan. . . . .	24
3.2	Spesifikasi singkat komponen pada sistem yang dirancang . . .	25
3.3	Deklarasi GPIO pada pemrograman menggunakan Arduino IDE. .	31
3.4	GPIO yang tidak bisa digunakan. . . . .	32
3.5	Waktu <i>sampling</i> sensor. . . . .	33
4.1	Perbandingan data. . . . .	47
A.1	Pengujian sistem kondisi 1. . . . .	69
A.2	Pengujian sistem kondisi 2. . . . .	70
A.3	Pengujian sistem kondisi 3. . . . .	71
A.4	Pengujian sistem kondisi 4. . . . .	72



# Daftar Gambar

2.1	Tabel <i>air quality index</i> [13] . . . . .	10
2.2	Tabel <i>air quality index health messages</i> [13] . . . . .	10
2.3	Parameter standar pengukuran EIAQI [10] . . . . .	11
2.4	Cara penentuan kualitas udara menggunakan EIAQI [10] . . . . .	12
2.5	Cara kerja sensor <i>particle counter</i> . [15] . . . . .	13
2.6	Cara kerja sensor SMO. [15] . . . . .	14
2.7	<i>Thingspeak Channel</i> yang berisi data bacaan sensor yang dinamakan <i>field</i> . . . . .	15
2.8	Contoh <i>Write Key</i> dan <i>Read Key</i> . . . . .	16
3.1	Sketsa cara kerja sensor DSM501A [16] . . . . .	26
3.2	Piranti referensi untuk sensor debu. . . . .	28
3.3	Perangkat deteksi suhu kelembapan HC520 . . . . .	28
3.4	Struktur kerja sistem yang dirancang . . . . .	29
3.5	Protokol komunikasi setiap sensor. . . . .	30
3.6	Keseluruhan cara kerja sistem pengambilan data. . . . .	30
3.7	Skematik rancangan sistem. . . . .	31
3.8	Diagram alir cara kerja sistem. . . . .	33
3.9	Diagram alir konversi data konsentrasi polutan. . . . .	34
3.10	Diagram alir pemberian nilai bobot. . . . .	35
3.11	Diagram alir penentuan EIAQI. . . . .	36
3.12	Lokasi eksperimen. . . . .	37
3.13	Desain <i>measurement chamber</i> . . . . .	38
3.14	Pemantik api dan pipet untuk menyalakan dan mematikan sumber polutan. . . . .	39
3.15	Sketsa proses mengaktifkan / menonaktifkan sumber polutan. . . . .	39
4.1	Realisasi rancangan sistem . . . . .	41
4.2	<i>Log</i> sistem beroperasi . . . . .	42
4.3	<i>Log</i> proses pengambilan data ketiga sensor. . . . .	42

4.4	Pengujian sensor MH-Z19. . . . .	43
4.5	Pengujian sensor DHT11. . . . .	43
4.6	Pengujian sensor DSM501A. . . . .	44
4.7	Realisasi <i>measurement chamber</i> . . . . .	45
4.8	Fitur <i>latch</i> pada <i>measurement chamber</i> . . . . .	45
4.9	Penempatan ketiga sensor pada <i>measurement chamber</i> . . . . .	46
4.10	Contoh tampilan jumlah data masuk pada <i>Thingspeak</i> . . . . .	47
4.11	Konsentrasi CO2 kondisi 1 . . . . .	47
4.12	Konsentrasi debu kondisi 1 . . . . .	48
4.13	Suhu dalam <i>measurement chamber</i> kondisi 1 . . . . .	48
4.14	Hasil konversi polutan ke indeks kondisi 1 . . . . .	49
4.15	Nilai bobot berdasarkan indeks polutan kondisi 1 . . . . .	49
4.16	EIAQI untuk kondisi 1 . . . . .	50
4.17	Konsentrasi CO2 kondisi 2 . . . . .	50
4.18	Konsentrasi debu kondisi 2 . . . . .	51
4.19	Suhu dalam <i>measurement chamber</i> kondisi 2 . . . . .	51
4.20	Hasil konversi polutan ke indeks kondisi 2 . . . . .	52
4.21	Nilai bobot berdasarkan indeks polutan kondisi 2 . . . . .	52
4.22	EIAQI untuk kondisi 2 . . . . .	53
4.23	Konsentrasi CO2 kondisi 3 . . . . .	53
4.24	Konsentrasi debu kondisi 3 . . . . .	54
4.25	Suhu dalam <i>measurement chamber</i> kondisi 3 . . . . .	54
4.26	Hasil konversi polutan ke indeks kondisi 3 . . . . .	55
4.27	Nilai bobot berdasarkan indeks polutan kondisi 3 . . . . .	55
4.28	EIAQI untuk kondisi 3 . . . . .	56
4.29	Konsentrasi CO2 kondisi 4 . . . . .	56
4.30	Konsentrasi debu kondisi 4 . . . . .	57
4.31	Suhu dalam <i>measurement chamber</i> kondisi 4 . . . . .	57
4.32	Hasil konversi polutan ke indeks kondisi 4 . . . . .	58
4.33	Nilai bobot berdasarkan indeks polutan kondisi 4 . . . . .	58
4.34	EIAQI untuk kondisi 4 . . . . .	59

# Bab 1

## Pendahuluan

Dalam beberapa dekade terakhir, perkembangan pembangunan kota sangatlah pesat yang menyebabkan banyaknya daerah urban yang dibangun [1]. Banyaknya daerah urban ini menyebabkan masyarakat yang tinggal didalamnya sering beraktivitas di dalam bangunan. Dalam sehari, sebanyak 50 - 60 % aktivitas dilakukan manusia di dalam bangunan, dan 30 % dilakukan di fasilitas umum seperti kantor dan sekolah [2]. Hal inipun dapat disimpulkan bahwa sebanyak 90% udara yang dihirup manusia berasal dari udara di dalam bangunan. Ditambah pada saat ini dimana terjadi pandemi COVID-19, yang mengakibatkan banyak organisasi baik pemerintah ataupun perusahaan yang merumahkan pegawainya, sehingga kecenderungan manusia untuk melakukan aktivitas di rumah meningkat [3]. Masalah utama yang dihadapi dari kondisi ini berangkat dari kesimpulan yang diambil dari ungkapan Steinmann(2017) [4] yang menyatakan bahwa tingkat konsentrasi polutan dalam bangunan lebih tinggi dibandingkan dengan di luar ruangan sehingga jika ingin menilai kualitas udara, objek penelitian yang lebih layak untuk dinilai adalah kualitas udara di dalam ruangan. Pada Tabel 1.1 dijabarkan tentang faktor - faktor yang berpengaruh terhadap baik buruknya kualitas udara di dalam bangunan. Salah

TABEL 1.1  
Jenis polusi udara dalam bangunan

Polutan Kimia	NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , CO, Formaldehyde, <i>particulate Matter (PM<sub>10</sub>)</i>
Faktor Lain	kelembapan, <i>thermal discomfort</i> , aliran udara berlebih, cahaya, kurangnya ventilasi

satu dampak yang dihasilkan dari buruknya kualitas udara dalam bangunan yakni timbulnya SBS (*Sick Building Syndrome*) / SHS (*Sick House Syndrome*). SBS mengacu pada gejala non-spesifik yang dialami manusia saat berada di dalam bangunan [5] yang dijabarkan seperti berikut. Berdasarkan Tabel 1.2,

TABEL 1.2  
Gejala *Sick Building Syndrome*

No	Jenis	Dampak
1	Iritasi membran mukus	Iritasi mata, tenggorokan, beserta batuk.
2	Efek neurotoksik	Sakit kepala, Kelelahan, Kurangnya konsentrasi
3	Keluhan sistem pernapasan	Sesak napas, Batuk, Gejala asma.
4	Keluhan kulit	Gatal, Pruritus, Kulit kering.
5	Lainnya	Berkurangnya kemampuan indra penciuman, gangguan penglihatan.

disimpulkan bahwa gejala SHS tidak mematikan, tetapi dapat memberikan efek disruptif dari berkurangnya tingkat produktivitas sampai ketidakmampuan seseorang untuk melakukan aktivitasnya dalam rumahnya.

Saat ini, sebagian besar rumah tidak dilengkapi oleh sistem pemantauan kualitas udara. Sebagai hasilnya, kualitas udara di dalam rumah tidak terkuantifikasi sehingga orang yang beraktivitas di dalamnya tidak dapat mengetahui kondisi kualitas udara sekitarnya dalam keadaan baik atau sebaliknya [6]. Maka dari itu dibutuhkan sebuah sistem pemantauan kualitas udara sebagai medium untuk meningkatkan kesadaran penghuni bangunan untuk menjaga dan merawat udara sekitarnya [7].

Saat ini, sudah ada beberapa riset tentang perancangan sistem pemantauan kualitas udara dalam ruangan dengan mengambil beberapa polutan sebagai objek penelitian. Tetapi berdasarkan tinjauan pustaka yang sudah dilakukan, prosedur akuisisi data, standar pengukuran polutan, penggunaan sensor yang

digunakan, tipe sensor yang digunakan, ketersediaan sensor di pasar, serta pengambilan keputusan untuk mengambil beberapa polutan yang digunakan dalam penelitian kurang dijelaskan secara mendalam. Beberapa aspek yang sudah disebutkan sebelumnya akan diperhatikan dan dipertimbangkan dalam rancang bangun sistem pemantauan kualitas udara dalam ruangan yang diusulkan.

Rancang bangun sistem pemantauan kualitas udara dalam ruangan yang diusulkan pada penelitian ini terdiri dari 2 sensor pendeteksi polutan dan 1 sensor pengukur suhu. Dua polutan yang dipilih dalam penelitian ini adalah CO<sub>2</sub> dan debu. Alasan dipilihnya kedua polutan CO<sub>2</sub> merupakan polutan yang sering ditemukan pada ruangan dimana terdapat banyak orang didalamnya. Setiap orang mengeluarkan CO<sub>2</sub> sehingga membuat udara di dalam ruangan terasa sesak. Rasa sesak tersebut dapat mempengaruhi tingkat kenyamanan manusia secara negatif diantara lain seperti pusing, kelelahan, sampai kesulitan bernapas [8].

Digunakannya parameter berupa polutan debu dalam penelitian ini dikarenakan debu merupakan parameter utama dalam hal pemantauan kualitas udara [9]. Alasan dipilihnya suhu sebagai parameter pemantauan kualitas udara yakni karena aspek *thermal comfort* yang merupakan fitur dari standar pengukuran EIAQI yang tidak dimiliki oleh standar pengukuran lainnya [10]. *Thermal comfort* merupakan kondisi dimana manusia yang ada pada suatu ruangan tidak merasakan suhu yang terlalu tinggi ataupun suhu yang terlalu rendah. Suhu yang tinggi atau rendah pada suatu ruangan dapat mempengaruhi *mood* dan kinerja manusia saat beraktivitas didalamnya [11].

Data dari ketiga sensor tersebut dikonversikan menggunakan standar *enhanced indoor air quality index* atau seterusnya bisa disebut dengan EIAQI. Rancang bangun sistem yang diusulkan akan diujikan pada sebuah kondisi ruangan yang telah ditentukan.

## 1.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah.

Berdasarkan latar belakang masalah yang sudah dijabarkan sebelumnya, terdapat beberapa masalah yang muncul dan masalah tersebut digunakan sebagai acuan parameter pengujian sistem yang akan dijabarkan seperti berikut.

1. Bagaimana prosedur akuisisi setiap data bacaan sensor yang digunakan ?
2. Bagaimana proses pengujian rancang bangun sistem ?
3. Apakah sensor yang digunakan pada rancang bangun dapat berfungsi semestinya ?

4. Bagaimanakah kualitas udara di *measurement chamber* pada setiap percobaan ?
5. Bagaimanakah waktu pemulihan agar kualitas udara kembali normal setelah dilakukan pemberian polutan di setiap kondisi pengujian sistem ?

## 1.2 Batasan Masalah dan Asumsi

Agar Tugas Akhir ini lebih terfokus dan terarah, diperlukan asumsi serta batasan - batasan tertentu diantara lain:

1. Pemantauan kualitas udara dilakukan di dalam skala lab yakni dengan menggunakan kubus akrilik berukuran 28 cm x 28 cm x 28 cm (P x L x T) dimana kubus tersebut memiliki 4 lubang di 3 sisi dan 1 lubang di 1 sisi. Kubus tersebut dinamakan *measurement chamber*.
2. Distribusi polutan dalam *measurement chamber* diasumsikan merata.
3. Dikarenakan sensor referensi yang digunakan untuk melakukan deteksi polutan CO<sub>2</sub> memiliki harga yang relatif mahal (3-4 juta rupiah), maka digunakan fungsi *AutoCalibration* dari *library* sensor MH-Z19. Ketika fungsi tersebut dijalankan, apapun konsentrasi CO<sub>2</sub> dalam *measurement chamber*, nilai awal bacaan sensor akan membaca sebesar  $\pm 400$  ppm.

## 1.3 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan, Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengungkapkan tentang:

1. Merancang bangun sistem pemantauan kualitas udara dalam ruangan menggunakan tiga sensor pendeteksi 2 polutan diantaranya yakni debu (*Particulate matter*), Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>), serta pengukur suhu (°C).
2. Memantau kualitas udara dalam *measurement chamber* berdasarkan hasil bacaan sensor yang dapat dipercaya dan dapat memberikan status kualitas udara dari tersebut.
3. Menganalisa hasil data yang sudah dikonversi berdasarkan standar pengukuran yang ditentukan.

## 1.4 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat yang didapatkan dari Tugas Akhir ini antara lain:

1. Bagi masyarakat umum, sistem pemantauan kualitas udara yang dirancang dapat digunakan bukan hanya sebatas media pencegahan agar polutan di dalam suatu ruangan tidak buruk, melainkan sebagai media untuk meningkatkan kesadaran individu yang berada di dalam ruangan tersebut untuk selalu menjaga kualitas udara sekitarnya.
2. Bagi Mahasiswa Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika yakni dapat digunakan sebagai sarana pembelajaran dan referensi terkait bagaimana cara kerja sebuah sistem pemantauan kualitas udara.
3. Bagi Universitas Katholik Parahyangan yakni sebagai referensi jika ingin merancang sebuah sistem pemantauan kualitas udara pada setiap ruangan yang ada untuk memberikan informasi kepada civitas terkait kualitas udara dan meningkatkan kesadaran untuk selalu menjaga kualitas udara sekitarnya guna mendapatkan sebuah lingkungan yang nyaman untuk melakukan aktivitas di dalam kampus.

## 1.5 Metodologi Tugas Akhir

Metodologi yang dipakai dalam Tugas Akhir ini diantara lain adalah:

1. Melakukan studi literatur terkait sistem pemantauan kualitas udara yang sudah dirancang sebelumnya.
2. Merancang sistem pemantauan kualitas udara dengan memperhatikan beberapa aspek penting seperti pemilihan polutan yang akan diteliti, prosedur, durasi, dan ruang pemantauan.
3. Sistem dapat mengambil data pantauan dari setiap polutan yang diteliti dengan memperhatikan *sampling time* yang diperlukan oleh sensor pendeteksi polutan.
4. Mengirim data bacaan setiap sensor ke situs *Thingspeak* untuk dilakukan konversi nilai dari konsentrasi setiap polutan ke dalam indeks kualitas udara yang dipakai dalam penelitian ini.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Laporan Tugas Akhir ini dibagi menjadi 5 bab, yakni sebagai berikut:

1. **Bab 1 Pendahuluan.** Bab ini terdiri dari :
  - Latar Belakang Masalah  
Pada bagian ini dijelaskan tentang konsep kualitas udara dan polutan

yang mempengaruhinya dan alasan diperlukannya sebuah sistem pemantauan kualitas udara.

- **Identifikasi dan Perumusan Masalah**  
Pada bagian ini dijelaskan 6 masalah yang dapat diidentifikasi dalam merancang sistem pemantauan kualitas udara.
- **Batasan Masalah dan Asumsi**  
Pada bagian ini dijelaskan tentang batasan - batasan yang diperlukan dan asumsi yang ditentukan.
- **Tujuan Tugas Akhir**  
Pada bagian ini dijelaskan tentang tujuan pembuatan Tugas Akhir.
- **Manfaat Tugas Akhir**  
Pada bagian ini dijelaskan tentang manfaat yang didapatkan pada pembuatan Tugas Akhir.
- **Metodologi Tugas Akhir**  
Pada bagian ini dijelaskan tentang metodologi yang digunakan dalam perancangan sistem pemantauan kualitas udara.

2. **Bab 2 Tinjauan Pustaka.** Bab ini berisi teori-teori yang berhubungan dengan pemecahan masalah dan dibutuhkan dalam perancangan sistem yang diusulkan seperti :

- Pengenalan tentang *Enhanced Indoor Air Quality Index* (EIAQI) sebagai indeks standar pengukuran kualitas udara dan penggunaan EIAQI sebagai standar indeks kualitas udara yang digunakan dalam penelitian ini.
- Penjelasan tentang penggunaan *Thingspeak* sebagai platform penyimpanan data.
- Studi komparatif dari beberapa artikel ilmiah terkait perancangan sistem pemantauan kualitas udara.

3. **Bab 3 Perancangan Sistem.** Dalam bab ini dipaparkan antara lain:

- Penentuan sensor yang dipakai.
- Spesifikasi sistem.
- Struktur sistem dan arsitektur perangkat keras.
- Diagram alir sistem.
- Pemilihan sumber polutan yang diuji.
- Pengaturan lokasi eksperimen.

- Prosedur eksperimen.
4. **Bab 4 Hasil dan Analisa** Dalam bab ini dipaparkan beberapa hal antara lain :
- Realisasi sistem yang dirancang.
  - Realisasi *measurement chamber*.
  - Pengujian ketutuhan data.
  - Data pengukuran dan pengolahan konsentrasi polutan menggunakan standar pengukuran EIAQI.
5. **Bab 5 Kesimpulan dan Saran** Dalam bab ini dipaparkan beberapa hal antara lain :
- Kesimpulan yang mengandung jawaban dari identifikasi dan perumusan masalah.
  - Saran yang mengandung beberapa hal yang perlu dilakukan jika ada individu atau lembaga yang ingin melanjutkan penelitian.



