

# LAPORAN TUGAS AKHIR / *CAPSTONE DESIGN*

## Perancangan Sistem *Monitoring* dan Kontrol *Air purifier* Berbasis Android



Penyusun:

Mochammad Rizky (18524041)

Zananta Aqli Perdana (18524028)

**Program Studi Teknik Elektro**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**

**Yogyakarta**

**2022**

# HALAMAN PENGESAHAN

## Perancangan Sistem *Monitoring* dan Kontrol *Air purifier* Berbasis Android

Penyusun:

Mochammad Rizky (18524041)

Zananta Aqli Perdana (18524028)

Yogyakarta, 30 Mei 2022

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2



Dwi Ana Ratna Wati S.T., M.Eng.

035240102



Medilla Kusriyanto S.T., M.Eng.

015240101

**Program Studi Teknik Elektro**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**

**Yogyakarta**

**2022**

# LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

## PERANCANGAN SISTEM *MONITORING* DAN KONTROL *AIR PURIFIER*

BERBASIS ANDROID

ISLAM

UNIVERSITAS

INDONESIAN

Disusun oleh:

Mochammad Rizky 18524041

Zananta Aqli Perdana 18524028

Telah dipertahankan di depan dewan penguji  
pada tanggal: 17 Juni 2022

الجمعة الإسلامية الأندونيسية  
Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji : Medilla Kusriyanto S.T., M.Eng. \_\_\_\_\_  
Anggota Penguji 1 : Dr. Hasbi Nur Prasetyo S.T., M.T. \_\_\_\_\_  
Anggota Penguji 2 : Ir. Eko Sutrisno S.T., M.Cs., IPU \_\_\_\_\_

Tugas akhir ini telah disahkan sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal: 20 Juni 2022

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Eng., Ph.D.

045240101

## PERNYATAAN

Dengan ini kami menyatakan bahwa:

1. Tugas Akhir ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjaan di suatu perguruan tinggi lainnya, dan sepanjang pengetahuan kami juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Tugas Akhir yang terkait hak milik, hak intelektual, paten merupakan milik bersama antaraa tiga pihak, yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal ini, penggunaan informasi dan materi Tugas Akhir terkait paten maka akan didiskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut di atas.

Yogyakarta, 20 Juni 2022

Mochammad Rizky (18524041)



Zananta Aqli Perdana (18524028)



الجمعة الاستاذة الاندو

## DAFTAR ISI

<i>HALAMAN PENGESAHAN</i>	2
<i>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR</i>	3
<i>PERNYATAAN</i>	4
<i>DAFTAR ISI</i>	5
<i>BAB 1 : Definisi Permasalahan</i>	7
<i>BAB 2 : Observasi</i>	9
<i>BAB 3 : Usulan Perancangan Sistem</i>	13
3.1 Usulan Rancangan Sistem	13
3.2 Metode Uji Coba dan Pengujian Usulan Rancangan Sistem	19
3.2.1 Skenario Pengujian rancangan sistem	19
3.2.2 Validasi Rancangan Sistem	20
<i>BAB 4 : Hasil Perancangan Sistem</i>	24
4.1 Kesesuaian Usulan dan Hasil Perancangan Sistem	24
4.2 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajaemen Tim dan Realisasinya	25
4.3 Analisis dan Pembahasan Kesesuaian antara Perencanaan dan Realisasi	26
<i>BAB 5 : Implementasi Sistem dan Analisis</i>	28
5.1 Hasil dan Analisis Implementasi	28
5.1.1 Kalibrasi Sensor	28
5.1.2 Data Hasil Uji Coba	33
5.2 Pengalaman Pengguna	40
5.3 Dampak Implementasi Sistem	40
5.3.1 Teknologi/Inovasi	40
5.3.2 Lingkungan	41
<i>BAB 6 : Kesimpulan dan Saran</i>	42
6.1 Kesimpulan	42
6.2 Saran	42
<i>DAFTAR PUSTAKA</i>	43
<i>LAMPIRAN – LAMPIRAN</i>	44

## RINGKASAN TUGAS AKHIR

Udara di dalam ruangan dapat menjadi lebih buruk dibandingkan dengan di luar ruangan. Hal ini terjadi karena ruangan merupakan tempat yang tertutup dan terkadang tidak memiliki sirkulasi udara yang baik, sehingga menyebabkan polusi udara dari luar yang masuk ke dalam ruangan akan cenderung terjebak di dalam ruangan. Kualitas udara dalam ruangan yang buruk berhubungan dengan penyakit paru-paru seperti asma, PPOK dan kanker paru-paru.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dilakukan perancangan *air purifier* yang merupakan alat pembersih udara. Cara kerjanya adalah dengan mengisap udara sekitar menggunakan kipas kemudian disaring menggunakan filter. Polutan dari udara yang dihisap yang tersaring akan menempel pada filter dan berpisah dengan udara yang telah dibersihkan. Udara yang disaring dan telah bersih akan dikeluarkan kembali. Dengan menggunakan alat ini, udara akan menjadi lebih bersih dibandingkan dengan tidak menggunakannya sama sekali, bahkan untuk ruangan dengan sirkulasi udara yang kurang baik.

Dalam proses perancangannya terdapat beberapa perbedaan antara desain rancangan awal sistem dengan realisasinya. Hal ini dikarenakan beberapa komponen tidak bekerja dengan baik dan efektif ketika dilakukan proses uji coba sehingga diperlukan solusi alternatifnya. Walaupun begitu, 70% realisasi sistem sesuai dengan desain rancangan awalnya, sehingga sistem yang telah dirancang tetap dapat menyelesaikan permasalahan buruknya kualitas udara di dalam.

*Air purifier* yang dirancang terbukti cukup efektif untuk membersihkan ruangan dengan luas 3m x 4m. Rata – rata hasil pengujian menunjukkan bahwa *air purifier* dapat menurunkan kadar PM2.5 dan PM10 sebesar 90% , serta menurunkan kadar CO sebesar 46% dalam waktu 30 menit. Sedangkan uji coba pada ruangan dengan luas 4.5m x 6m selama 1 jam hanya berhasil menurunkan kadar PM2.5 sebesar 54.12%, PM10 sebesar 33.65 %, dan CO sebesar 8.10%. Selain itu, *air purifier* yang dirancang juga telah dilengkapi dengan *sistem monitoring* dan berbasis *IOT*. Sehingga, nilai kualitas udara hasil pembacaan sensor dapat diakses melalui aplikasi android.

*Air purifier* berdampak positif bagi lingkungan, khususnya lingkungan *indoor* karena dapat membersihkan zat penyebab polusi udara yang umumnya terjebak di dalam ruangan. *Air purifier* dapat meminimalisir masyarakat terserang penyakit pernapasan yang diakibatkan oleh semakin buruknya kualitas udara saat ini. Sehingga, penggunaan *air purifier* adalah hal yang sangat bermanfaat, terutama bagi sebagian orang yang lebih banyak menghabiskan waktu di dalam ruangan.

## BAB 1 : Definisi Permasalahan

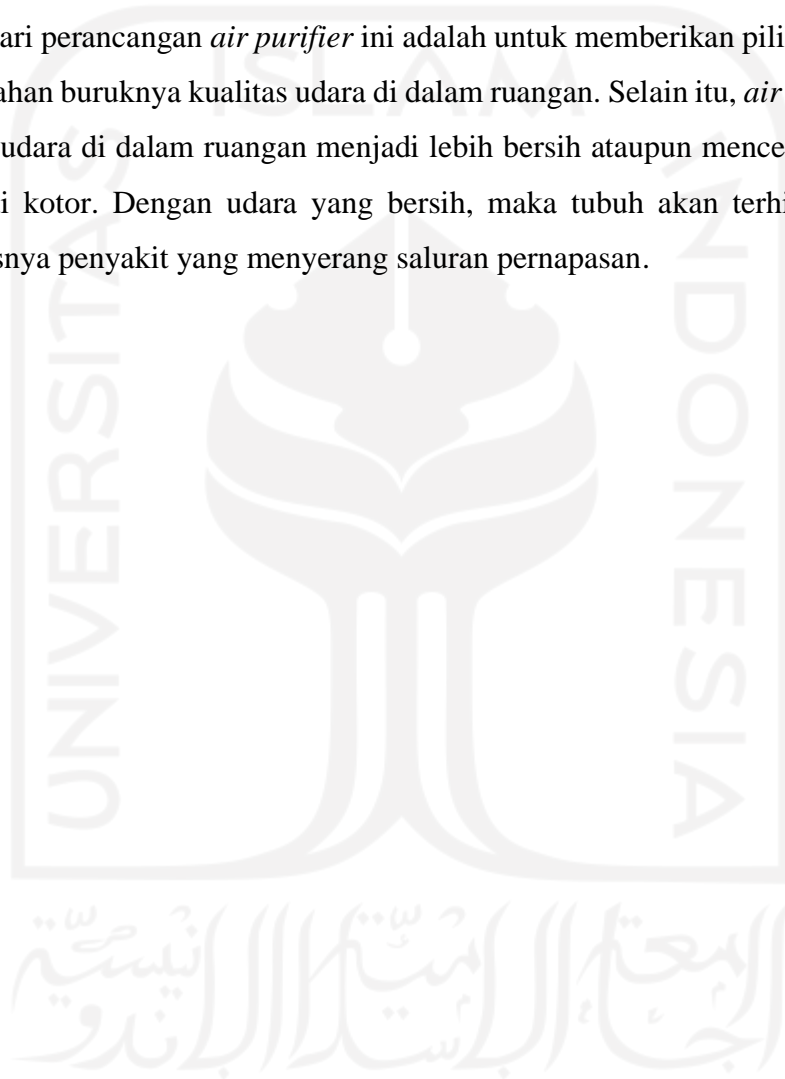
Menghirup udara di luar yang tercemar dapat menimbulkan efek berbahaya bagi tubuh. Hal yang sama berlaku ketika berada di dalam ruangan. Bahkan, udara di dalam ruangan dapat menjadi lebih buruk dibandingkan dengan di luar ruangan. Hal ini terjadi karena ruangan merupakan tempat yang tertutup dan terkadang tidak memiliki sirkulasi udara yang baik, sehingga menyebabkan polusi udara dari luar yang masuk ke dalam ruangan akan cenderung terjebak di dalam ruangan. Kualitas udara dalam ruangan yang buruk berhubungan dengan penyakit paru-paru seperti asma, PPOK dan kanker paru-paru. Salah satu polusi udara yang cukup berbahaya di dalam ruangan adalah partikel halus berdiameter 2,5 mikron atau kurang (PM2.5). Polutan dengan ukuran 2,5 mikron tidak bisa disaring oleh saluran pernapasan manusia sehingga mampu menembus saluran pernapasan dan mencapai paru-paru [1]. Selain PM2.5, terdapat juga PM10 yang berukuran 10 mikron yang akan menyebabkan asma dan kerusakan jaringan paru – paru. Walaupun begitu, PM10 tidak dapat masuk ke dalam aliran darah seperti PM2.5 karena ukurannya yang lebih besar, sehingga tubuh kita lebih mudah melawan PM10 dibandingkan PM2.5. Berdasarkan hal tersebut, bukan berarti kita dapat meremehkan polutan PM10. Munculnya PM2.5 dan PM10 secara umum sama – sama disebabkan oleh debu, dan pembakaran bahan bakar, seperti minyak dan kayu [2]. Selain itu, terdapat juga zat polusi udara berbahaya yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar fosil, yaitu karbon monoksida (CO). PM2.5, PM10 dan karbon monoksida merupakan zat polusi udara yang jumlahnya cukup banyak di sekitar kita dan paling menimbulkan resiko secara langsung dibandingkan dengan zat polusi udara lainnya karena bentuknya yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa [3]. Hal ini tentunya akan sangat bahaya jika ruangan yang kita tempati terdapat zat – zat tersebut, karena zat – zat polusi tersebut juga dapat muncul di dalam ruangan yang disebabkan oleh asap pembakaran rokok ataupun asap pembakaran oleh kompor. Langkah kecil untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah menghindari tindakan yang akan menyebabkan terciptanya polusi udara dan mengatur sirkulasi udara di dalam ruangan sebaik mungkin sehingga polutan tidak terjebak di dalam ruangan. Tetapi, hal ini pun kurang efektif jika polutan yang masuk ke dalam ruangan lebih banyak dibandingkan dengan udara bersih yang masuk.

Berdasarkan permasalahan yang telah dibahas sebelumnya, dilakukan perancangan *air purifier* yang merupakan alat pembersih udara yang cara kerjanya adalah dengan mengisap udara sekitar menggunakan kipas kemudian disaring menggunakan filter. Polutan dari udara yang dihisap yang tersaring akan menempel pada filter dan berpisah dengan udara yang telah dibersihkan. Udara yang disaring dan telah bersih akan dikeluarkan kembali. Dengan menggunakan alat ini, udara akan menjadi lebih bersih dibandingkan dengan tidak

menggunakannya sama sekali, bahkan untuk ruangan dengan sirkulasi udara yang kurang baik. Hal ini disebabkan karena *air purifier* bersifat menjebak dan menangkap polutan dan memisahkannya dengan udara bersih.

Dalam pembuatan prototipe *air purifier* tersebut, sistem didesain agar dapat bekerja optimal pada ruangan dengan luas 12 m<sup>2</sup>. *Air purifier* hanya dirancang untuk tempat *indoor*. Untuk mengukur kinerja dari *air purifier*, dilakukan uji coba dengan beberapa kondisi untuk mendapatkan hasil yang bervariasi, misalnya ketika udara di dalam cukup bersih dan ketika udara di dalam ruangan cukup kotor setelah diberikan asap pembakaran rokok atau zat polutan lainnya.

Tujuan dari perancangan *air purifier* ini adalah untuk memberikan pilihan solusi alternatif terkait permasalahan buruknya kualitas udara di dalam ruangan. Selain itu, *air purifier* bermanfaat untuk membuat udara di dalam ruangan menjadi lebih bersih ataupun mencegah udara di dalam ruangan menjadi kotor. Dengan udara yang bersih, maka tubuh akan terhindar dari berbagai penyakit, khususnya penyakit yang menyerang saluran pernapasan.





## BAB 2 : Observasi

Sebelum perancangan prototipe, dilakukan proses observasi. Observasi dilakukan untuk memastikan kembali hal – hal terkait solusi yang akan dibuat berdasarkan kebutuhan penyelesaian masalah agar hasil sistem *air purifier* yang dibuat sesuai dengan kebutuhan.

Langkah awal yang dilakukan dalam proses observasi adalah studi literatur. Dalam pembuatan prototipe *air purifier*, digunakan beberapa acuan atau referensi prototipe *air purifier* yang telah dibuat oleh peneliti sebelumnya ataupun *produk air purifier* yang telah beredar di pasaran. Tabel 2.1 Menampilkan beberapa hasil penelitian sebelumnya yang dijadikan referensi.

Tabel 2.1 Hasil studi literatur berdasarkan penelitian sebelumnya

Penulis	Usulan Solusi	Hasil
Zul Fahmi Aditya Pratama, dkk. (2021) [4].	Penggunaan filter HEPA dan lampu UVC untuk membersihkan udara di dalam ruangan dan menurunkan kadar <i>viral load</i> atau jumlah virus di dalam kadar darah seseorang sehubungan dengan terjadinya pandemi Covid-19.	Filter HEPA pada <i>air purifier</i> terbukti dapat menurunkan kadar PM1.0, PM2.5, dan PM10 berdasarkan hasil pengukuran dengan alat ukur yang telah terkalibrasi tetapi tidak ditampilkan seberapa efektif air purifier yang dirancang dapat menurunkan kadar <i>viral load</i> . Hasil pengujian menunjukkan bahwa <i>air purifier</i> yang dirancang dapat membuat udara di dalam ruangan dengan kondisi awal sedang menjadi kualitas baik dalam waktu 20 menit.
Dinesh Panicker, dkk. (2020) [5].	Perancangan <i>air purifier</i> yang dilengkapi dengan mikrokontroler Arduino Uno untuk menampilkan nilai kualitas udara pada LCD yaitu berupa nilai <i>output</i> dari sensor MQ135. Filter yang digunakan ada 3 lapis, lapis pertama berupa filter untuk menyaring partikel berukuran 3-10 mikron, lapis kedua untuk menyairng partikel berukuran 10-25 mikron, dan lapis ketiga untuk menyaring partikel berukuran 1-3 mikron.	Peneliti sudah berhasil merancang sistem <i>air purifier</i> yang dapat mengurangi zat polutan di dalam ruangan beserta sistem <i>monitoring</i> -nya. Namun, produk yang dihasilkan masih berupa prototipe dan belum memiliki bentuk keseluruhan yang ergonomis atau ramah pengguna. Hasil pengujian menampilkan nilai kualitas udara dalam bentuk nilai analog hasil pembacaan sensor MQ135. Namun, nilai tersebut tidak dijelaskan merepresentasikan zat polutan tertentu.
Marin Berov Marinov, dkk. (2019) [6].	Perancangan <i>air purifier</i> dengan 3 lapis filter, yaitu prefilter, filter karbon aktif, dan filter HEPA. Digunakan mikrokontroler Arduino Uno dan 2 buah sensor, yaitu SDS011 dan DHT11. Hasil pembacaan sensor dapat dilihat pada LCD.	Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan bahwa ruangan tertutup yang didalamnya terdapat kipas yang bekerja, memiliki kualitas udara yang lebih baik dibandingkan dengan ruangan yang sedikit terbuka dengan kipas angin yang tidak bekerja.
Khodijah Amiroh, dkk. (2022) [7].	Perancangan air purifier dengan filter HEPA dan lampu UV. 2 buah sensor, yaitu DHT22 dan MQ135. Sistem ini sudah berbasis <i>IOT</i> karena hasil pembacaan sensor dapat dilihat	Hasil yang didapatkan dari percobaan menunjukkan bahwa <i>air purifier</i> yang dirancang berhasil menurunkan kadar CO lebih dari 82% hanya dalam 15 menit, dan penurunan kadar debu

	melalui aplikasi <i>mobile</i> setelah diproses oleh ESP32.	hingga 63% dan kadar ethanol hingga 93% dalam waktu 50 menit. Hasil pembacaan sensor juga berhasil ditampilkan di aplikasi <i>mobile</i> .
--	---	--

Berdasarkan beberapa hasil penelitian yang telah dijelaskan, terdapat persamaan dan perbedaan dari penelitian – penelitian tersebut. Persamaannya adalah sama-sama membahas seputar *air purifier* yang dilengkapi dengan filter sebagai penyaring udara. Sedangkan perbedaannya adalah pada proses perancangannya, diantaranya yaitu ada yang hanya membahas dari sisi pembuatan *air purifier* sampai tahap *prototype* saja, ada juga yang membahas perancangan sampai menjadi satu keutuhan produk *air purifier* siap pakai dengan fitur yang sudah lengkap.

Setelah melalui studi literatur berdasarkan beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, langkah berikutnya adalah melakukan survei untuk memperkaya informasi yang diperlukan dan meninjau implementasi *air purifier* pada kondisi nyata. Survei yang dilakukan adalah dengan melakukan wawancara dengan salah satu laboran Teknik Elektro yang pernah terlibat dalam proses pembuatan *air purifier* yang dilakukan oleh tim program studi Teknik Elektro, yaitu Dian Ariyanto, A.Md. Tabel 2.2 menampilkan hasil wawancara yang telah dilakukan.

Tabel 2.2 Hasil wawancara dengan salah satu laboran Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia

Pertanyaan	Jawaban/tanggapan
Apa tujuan dari pembuatan <i>air purifier</i> yang dilakukan oleh tim program studi Teknik Elektro?	Tujuannya adalah untuk mengurangi kadar <i>viral load</i> atau jumlah virus di dalam kadar darah seseorang sehubungan dengan terjadinya pandemi Covid-19. Namun, tetap mempertahankan fitur pembersih udara di dalam ruangan seperti <i>air purifier</i> pada umumnya dengan menggunakan filter HEPA.
Berdasarkan dari tujuan pembuatannya, komponen apa saja yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan tersebut?	Secara umum, <i>air purifier</i> sebagai pembersih udara memiliki komponen utama kipas untuk mengisap udara kotor dan filter untuk menyaring udara kotor. Sedangkan untuk membunuh virus sejenis Covid-19 atau menurunkan <i>viral load</i> , digunakan filter efisiensi tinggi (HEPA) dan lampu yang memancarkan sinar ultraviolet (UV).
Apakah ada sensor yang digunakan pada produk <i>air purifier</i> ini?	Tidak ada sensor yang digunakan, baik untuk mendeteksi kadar virus ataupun kualitas udara.
Bagaimana cara mengetahui bahwa <i>air purifier</i> ini bekerja dengan baik? Apakah terdapat sistem <i>monitoring</i> ?	Sehubungan dengan tidak terdapat sensor pada <i>air purifier</i> ini, maka tidak terdapat sistem <i>monitoring</i> karena tidak ada nilai yang dapat ditampilkan. Untuk mengetahui bahwa <i>air purifier</i> bekerja dengan baik, digunakan alat ukur eksternal untuk mengukur kualitas udara.
Berapa total biaya yang dikeluarkan untuk membuat satu produk <i>air purifier</i> ?	Sekitar Rp. 2.500.000,00 untuk satu produk yang mencakup keseluruhan komponen dan casing.

Siapa target pengguna dari <i>air purifier</i> ini?	Ruangan di rumah sakit yang memerlukan sirkulasi udara yang baik untuk meminimalisir terjadinya penyebaran virus. Selain itu, <i>air purifier</i> juga dapat digunakan pada ruangan kamar rumah untuk membersihkan udara kotor.
---	---

Selain berdasarkan hasil wawancara, terdapat juga informasi seputar produk *air purifier* yang sudah beredar di pasaran dengan memanfaatkan *online marketplace* untuk membandingkan berbagai *air purifier* beserta fiturnya. Tabel 2.3 menampilkan hasil perbandingan beberapa *air purifier* yang telah beredar di pasaran.

Tabel 2.3 Perbandingan harga dan fitur *air purifier* yang beredar di pasaran

No.	Nama Produk	Fitur/Spesifikasi	Sumber	Harga (Rp.)
1	SAMSUNG AIR PURIFIER AX60R5080WD	1. Berat: 11.2 kg 2. Daya: 60W 3. Noise: 50 dB 4. Jangkauan ruangan: 60m <sup>2</sup> 5. CADR: 773 m <sup>3</sup> /h 6. Sistem aliran udara 3 arah 7. Mode kecepatan kipas otomatis 8. Dilengkapi sistem <i>monitoring</i> 9. Sudah berbasis <i>IOT</i> (bisa terhubung dengan <i>smartphone</i> ) 10. Filter: <i>Multi-layered</i> ( <i>prefilter</i> dan karbon aktif)	<a href="https://www.tokopedia.com/atakrib-jogja/samsung-air-purifier-ax60r5080wd-60m2-3-way-airflow-wifi?whid=12606980">https://www.tokopedia.com/atakrib-jogja/samsung-air-purifier-ax60r5080wd-60m2-3-way-airflow-wifi?whid=12606980</a>	3.399.000
2	Philips Air Purifier 800 Series	1. Berat: 2.4 kg 2. Daya: 20W 3. Noise: 61 dB 4. Jangkauan ruangan: 49m <sup>2</sup> 5. CADR: 190 m <sup>3</sup> /h 6. Filter: <i>Multi-layered</i> (Hepa dan <i>prefilter</i> ) 7. Mode kecepatan kipas manual	<a href="https://www.tokopedia.com/philips-estore/philips-air-purifier-800-series-nano-protect-hepa-filter-ac0820-20?src=topads">https://www.tokopedia.com/philips-estore/philips-air-purifier-800-series-nano-protect-hepa-filter-ac0820-20?src=topads</a>	1.799.000
3	LEKA AP7807	1. Berat: 0.58 kg 2. Daya: 4W 3. Noise: 65 dB 4. Jangkauan ruangan: 9m <sup>2</sup> 5. CADR: 30 m <sup>3</sup> /h 6. Dilengkapi sinar UV 7. <i>Rechargeable</i> (daya baterai 2400 mAh) 8. Mode kecepatan kipas manual 9. Dilengkapi sistem <i>monitoring</i> 10. Filter: HEPA13 filter	<a href="https://www.tokopedia.com/tissorofficial/leka-ap7807-led-air-purifier-hepa13-filter-sinar-uv-c-portable-hepa-ap7807?whid=12353560">https://www.tokopedia.com/tissorofficial/leka-ap7807-led-air-purifier-hepa13-filter-sinar-uv-c-portable-hepa-ap7807?whid=12353560</a>	999.900
4	LEKA AP7809 Portable Air Purifier	1. Berat: 1.25 kg 2. Daya: 37W 3. Noise: 51 dB 4. Jangkauan ruangan: 20m <sup>2</sup> 5. CADR: 56 m <sup>3</sup> /h 6. <i>Rechargeable</i> (daya baterai 10.000 mAh) 7. Mode kecepatan kipas manual	<a href="https://www.tokopedia.com/tissorofficial/leka-ap7809-portable-air-purifier-rechargeable-hepa12-filter-anion-hepa13-uv-c?whid=12606980">https://www.tokopedia.com/tissorofficial/leka-ap7809-portable-air-purifier-rechargeable-hepa12-filter-anion-hepa13-uv-c?whid=12606980</a>	1.499.900

		8. Dilengkapi sistem <i>monitoring</i> 9. Filter: <i>Prefilter</i> , HEPA12 filter, karbon aktif, ion negatif/anion)		
5	<i>Air purifier</i> Produk TE UII	1. Berat: 3 kg 2. Daya: 36W 3. <i>Noise</i> : 50 dB 4. Jangkauan ruangan: 9m <sup>2</sup> 5. CADR: 348 m <sup>3</sup> /h 6. Dilengkapi sinar UV 7. Filter: <i>Prefilter</i> , HEPA13 filter, karbon aktif, ion negatif/anion)	Laboratorium Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia	2.452.500

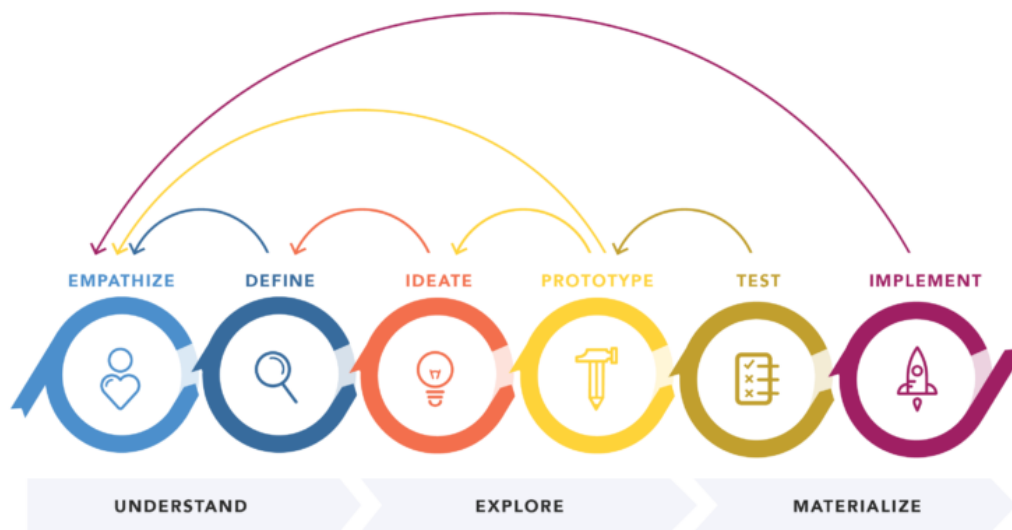
Berdasarkan hasil studi literatur berupa observasi dan survei, diperlukan spesifikasi *air purifier* yang dapat mengatasi permasalahan yang dibahas. *Air purifier* yang dirancang akan dilengkapi sistem *monitoring* dan sistem kontrol. Spesifikasi lengkapnya adalah sebagai berikut.

1. *Air purifier* yang dirancang memiliki dimensi panjang 25cm, lebar 25cm, tinggi 40cm, dan massa 2.5kg.
2. Memerlukan sumber listrik 220VAC.
3. Kecepatan kipas dibagi menjadi dua yaitu *low speed* dan *high speed* yang disesuaikan dengan kualitas udara yang ada di dalam ruangan.
4. Dapat menyaring seluruh udara dalam ruangan sebanyak 5 kali setiap jam untuk ruangan 48 m<sup>3</sup>.
5. Filter memiliki tiga lapisan filtrasi (primer, filter *true* HEPA, dan karbon aktif) dengan sistem sirkulasi udara 360° yang mampu mengurangi kadar partikel halus berskala nano dan gas karbon monoksida (CO).
6. Dapat menampilkan kualitas udara suatu ruangan berupa kadar partikel (PM2.5 dan PM10) dan gas karbon monoksida (CO) pada LCD dan aplikasi android.
7. Memerlukan sistem android versi 8.0 atau lebih tinggi untuk dapat menggunakan fitur *monitoring* pada android.
8. Fitur *timer*/pewaktu untuk mengatur lamanya waktu alat bekerja.

## BAB 3 : Usulan Perancangan Sistem

### 3.1 Usulan Rancangan Sistem

Dalam perancangan produk *air purifier* ini, terdapat beberapa tahapan yang dilalui sesuai dengan siklus perancangan atau proses *design thinking*. Terdapat enam tahapan yang perlu dilalui, yaitu *emphatize*, *define*, *ideate*, *prototype*, *test*, dan *implement*. Beberapa tahapan tersebut merupakan siklus yang didalamnya mungkin terjadi perubahan dan perbaikan untuk mencapai target spesifikasi perancangan. Gambar 3.1 dan Tabel 3.1 mengilustrasikan proses *design thinking* dari rancangan yang akan dibuat.



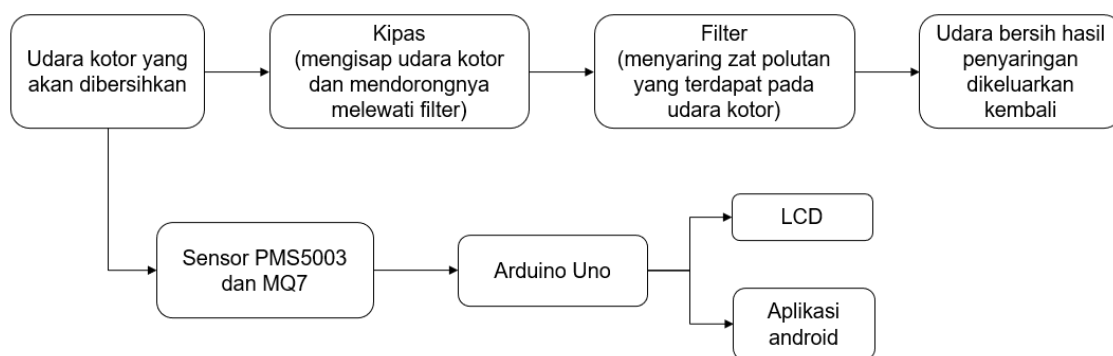
Gambar 3.1 Alur *design thinking*

Tabel 3.1 Tahapan *design thinking* pada proyek *air purifier*

Tahap	Keterangan
<i>Emphatize</i>	Melakukan studi literatur terkait permasalahan kualitas udara di dalam ruangan yang buruk. Pengumpulan informasi pada tahap ini dilakukan dengan membaca berbagai jurnal terkait polusi udara dan juga wawancara dengan salah satu laboran Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.
<i>Define</i>	Melakukan perumusan masalah berdasarkan informasi yang telah didapatkan pada tahap sebelumnya. Adapun beberapa hal yang menjadi fokus permasalahannya, yaitu penyebab polusi udara dalam ruangan, seberapa berbahaya polusi udara dalam ruangan, dan solusi paling efektif untuk mengatasi permasalahan polusi udara dalam ruangan.
<i>Ideate</i>	Mencari solusi berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, salah satu contohnya yaitu perancangan <i>air purifier</i> untuk membuat kualitas udara di dalam udara menjadi lebih baik.

<i>Prototype</i>	Melakukan perancangan alat setelah didapatkan solusi dari permasalahan. Alat yang dirancang harus memiliki spesifikasi yang mampu mengatasi permasalahan yang dirumuskan.
<i>Test</i>	Setelah <i>prototype air purifier</i> dirancang, langkah selanjutnya adalah melakukan uji coba. Uji coba ditujukan untuk mengetahui seberapa efektif penggunaan air purifier sebagai solusi permasalahan. Pada tahap ini juga akan terdapat evaluasi alat jika terdapat <i>error</i> dari <i>hardware</i> maupun <i>software</i> .
<i>Implement</i>	<i>Air purifier</i> sudah siap pakai jika sudah menampilkan hasil yang terbaik dan ditempatkan di dalam ruangan sesuai spesifikasi yang dirancang untuk mengurangi polusi udara dalam ruangan.

Sistem yang akan dibuat adalah alat penjernih udara di dalam ruangan atau *air purifier* dengan fitur utama *monitoring* kualitas udara. Gambar 3.2 menampilkan ilustrasi rancangan sistem yang akan dibuat.

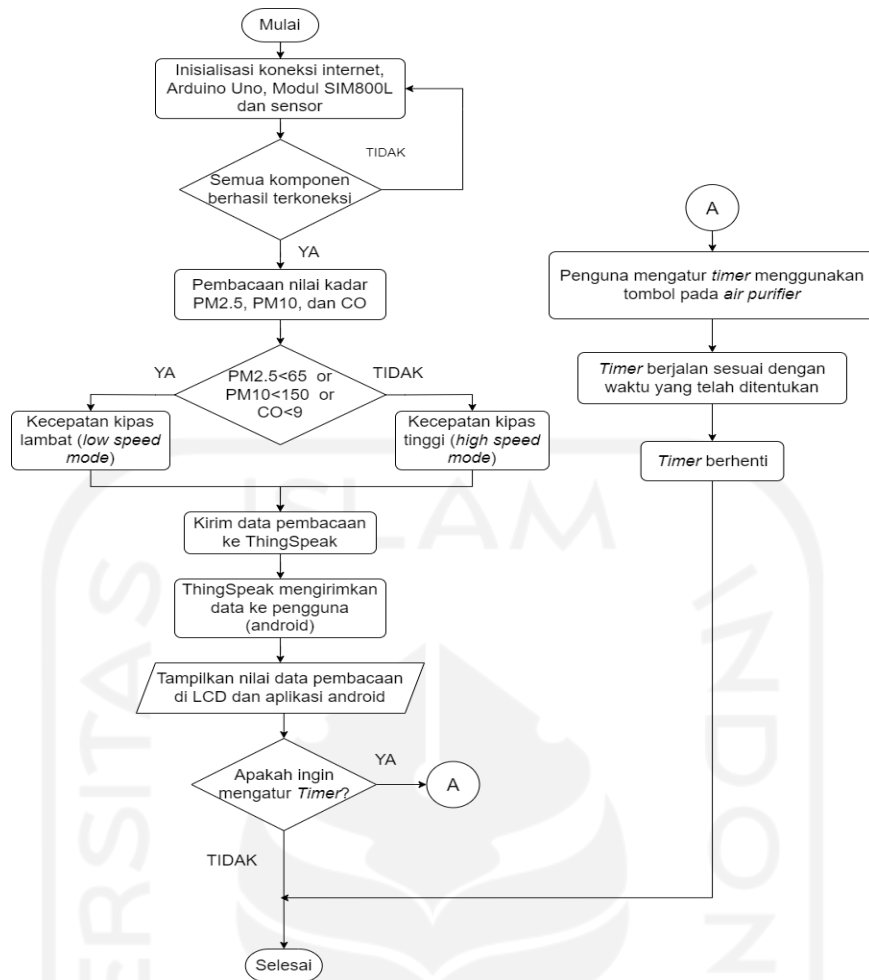


Gambar 3.2 Diagram blok rancangan sistem prinsip kerja *air purifier*

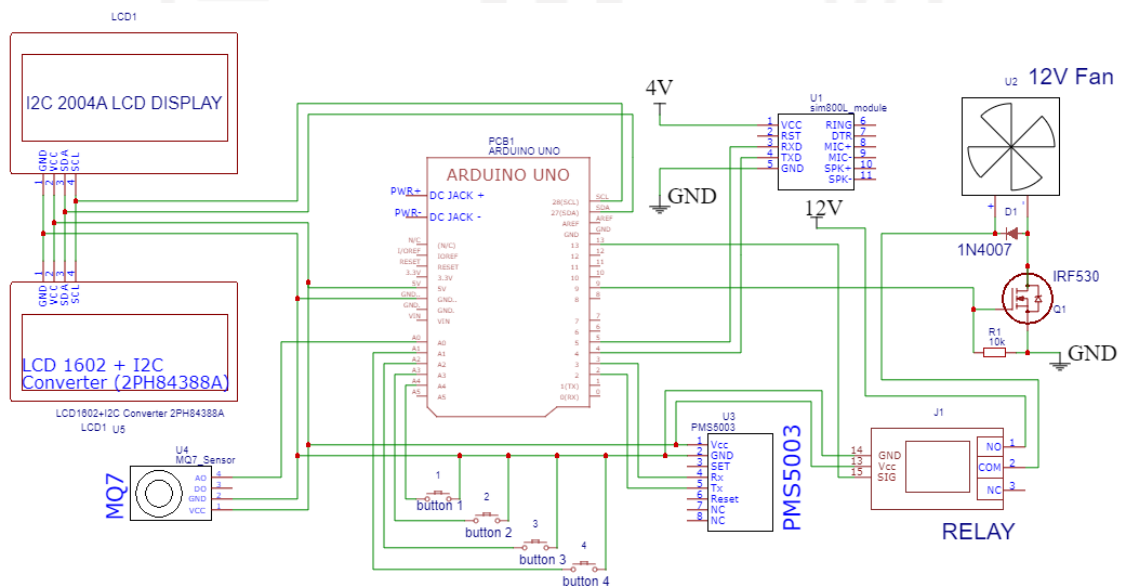
Prinsip kerja dari alat ini adalah mengisap udara sekitar menggunakan kipas untuk dibersihkan dengan filter HEPA. Udara yang telah disaring akan dikeluarkan kembali oleh dorongan kipas. Udara yang keluar dari kipas akan lebih bersih dibandingkan udara yang masuk terisap oleh kipas. Kipas yang digunakan adalah jenis kipas DC 12V. Alat ini ditujukan untuk dapat membersihkan ruangan  $12 \text{ m}^2$  dengan tinggi 4 m secara optimal. Berdasarkan *Association of Home Appliance Manufacturers (AHAM)*, idealnya *air purifier* dapat menyaring udara dalam satu ruangan penuh sebanyak 5 kali setiap jam [8]. Dengan luas  $12 \text{ m}^2$  dan tinggi ruangan 4m, didapatkan volume satu ruangan penuh adalah  $48 \text{ m}^3$ . Maka dari itu, setidaknya dibutuhkan kipas untuk *air purifier* dengan kemampuan *Clean Air Delivery Rate (CADR)* atau laju suplai udara bersih sebesar  $48 \times 5 = 240 \text{ m}^3/\text{h}$ . Dalam proses penjernihan udara, digunakan filter HEPA yang

dapat menangkap atau menyaring partikel penyebab polusi udara hingga ukuran yang cukup kecil, yaitu  $2.5\mu\text{m}$ .

*Air purifier* yang dirancang akan memiliki 2 mode kecepatan pembersihan, yaitu mode cepat dan mode lambat. Ketika udara di dalam ruangan cukup kotor, maka kipas pada *air purifier* akan berputar lebih cepat (*high speed mode*). Sedangkan ketika udara telah cukup bersih, maka kecepatan putaran kipas akan melambat (*low speed mode*). Sebagian besar referensi pada Tabel 2.1 hanya berisi penelitian terkait perancangan sistem *air purifier* sebagai pembersih udara yang belum dilengkapi fitur lainnya. Maka dari itu, *air purifier* yang akan dirancang akan dilengkapi dengan fitur utama *monitoring* yang dapat menampilkan hasil pembacaan sensor berupa nilai kualitas udara dan fitur tambahan berupa sistem kontrol berupa *timer* yang dapat mengatur lamanya waktu *air purifier* bekerja. Dengan sistem ini, pengguna dapat mengetahui bahwa *air purifier* benar-benar bekerja dibuktikan dengan menurunnya nilai kadar partikel polusi udara yang ditampilkan pada layar LCD. Digunakan 2 buah LCD pada *air purifier*, 1 LCD untuk sistem *monitoring* dan 1 LCD lainnya untuk menampilkan sistem *timer*. Fitur *timer* bersifat opsional yang dapat digunakan jika pengguna ingin mengaktifkan *air purifier* pada waktu tertentu saja dan membuat *air purifier* mati otomatis sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Berikut ini ditampilkan diagram alir sistem pada Gambar 3.3 dan rangkaian skematik elektrik sistemnya pada Gambar 3.4.

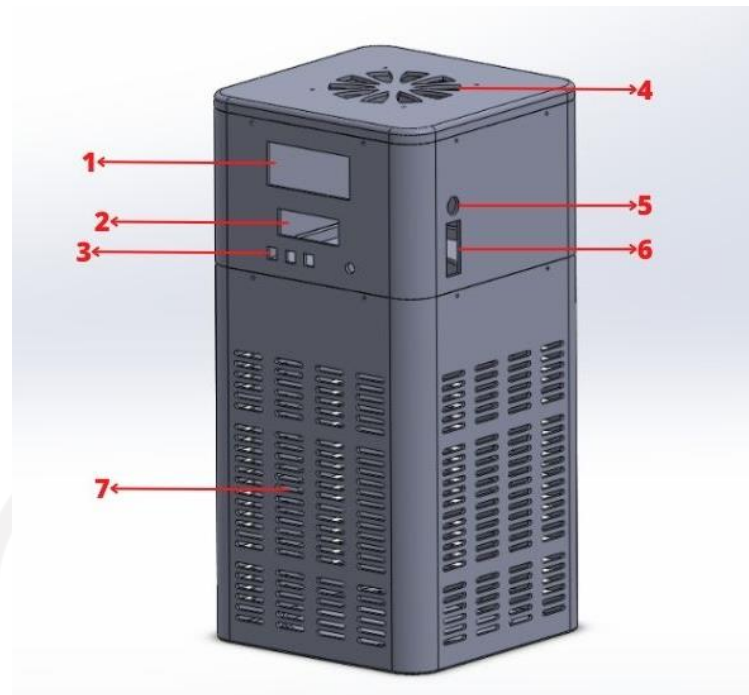


Gambar 3.3 Diagram alir rancangan *air purifier*



Gambar 3.4 Rangkaian elektronik sistem *air purifier*



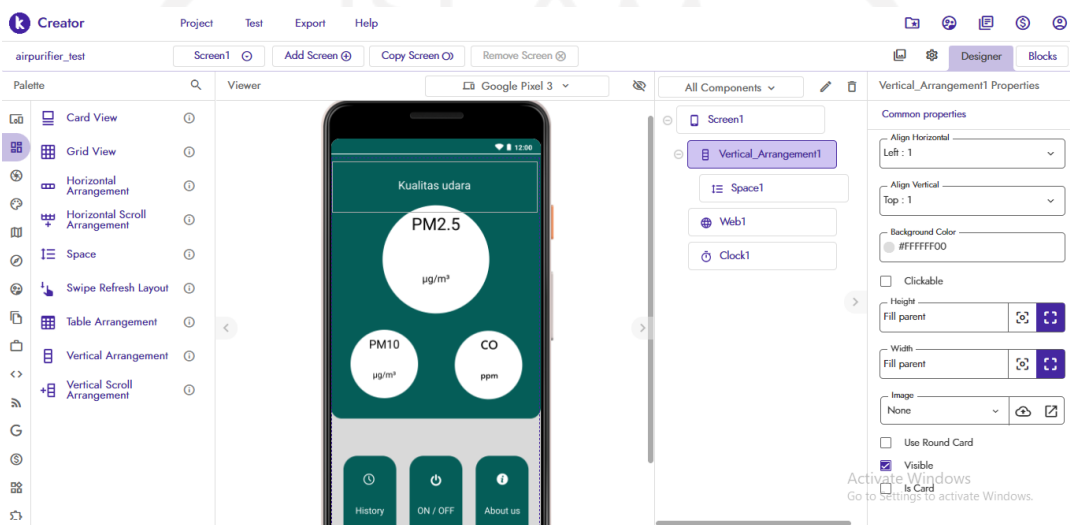


Gambar 3.5 Desain prototipe secara keseluruhan

Gambar 3.5 menampilkan desain 3D dari *air purifier* yang akan dibuat. Proses desain dilakukan menggunakan aplikasi SOLIDWORKS. Untuk memahami setiap bagian yang terdapat pada desain, dilakukan penomoran yang merepresentasikan setiap bagian. Berikut ini adalah penjelasan setiap nomor yang terdapat pada desain secara berurutan.

1. Tempat untuk LCD 20x4 yang berfungsi untuk menampilkan nilai kualitas udara
2. Tempat untuk LCD 16x2 yang berfungsi untuk menampilkan waktu dari sistem *timer*
3. Empat buah tombol dengan tiga diantaranya adalah tombol *timer* untuk mengatur lamanya *air purifier* bekerja secara otomatis. Terdapat pilihan *timer* 2 jam, 6 jam, dan 12 jam (terhitung dari bagian sebelah kiri). Selain itu, terdapat satu tombol *ON/OFF* (bagian pojok kanan) untuk mengaktifkan *air purifier* secara terus menerus jika tidak ingin menggunakan *timer*.
4. Tempat keluarnya udara bersih hasil penyaringan. Di dalam bagian ini juga terdapat kipas dan komponen elektronik lainnya.
5. Lubang agar sensor MQ7 dapat mendeteksi kadar gas CO di lingkungan sekitar.
6. Lubang agar sensor PMS5003 dapat mendeteksi kadar PM2.5 dan PM10 di lingkungan sekitar.
7. Dinding *air purifier* yang diberi celah sebagai tempat masuknya udara kotor yang akan dibersihkan. Di dalam bagian ini juga terdapat filter yang berfungsi untuk menyaring udara kotor yang masuk.

Sistem *air purifier* ini akan berbasis *IOT*, sehingga pengguna dapat mengakses nilai kualitas dan melakukan kontrol melalui aplikasi android. Hal ini memungkinkan pengguna untuk melakukan *monitoring* dan kontrol secara jarak jauh. Aplikasi dibuat menggunakan Kodular. Untuk dapat menampilkan nilai kualitas udara di aplikasi android diperlukan *cloud database* sebagai tempat penyimpanan data kualitas udara hasil pembacaan sensor. Dalam hal ini, digunakan ThingSpeak sebagai *database* untuk menyimpan data pembacaan sensor sebelum ditampilkan di aplikasi android. Desain *interface* aplikasi androidnya dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Desain rancangan *intreface* pada android

Berdasarkan usulan desain dan spesifikasi yang telah ditentukan, dibuat daftar inventarisasi beberapa komponen yang diperlukan beserta deskripsinya. Tabel 3.2 menampilkan daftar komponen yang diperlukan sesuai dengan usulan rancangan desain.

Tabel 3.2 Inventarisasi kebutuhan rancangan sistem

No	Nama Alat	Keterangan
1	Catu daya	Sumber listrik yang digunakan berasal dari listrik 220V AC.
2	Regulator tegangan	Regulator digunakan untuk menurunkan tegangan dan penyearahan listrik AC menjadi 12VDC yang digunakan untuk kipas. Tegangan 12VDC juga akan diturunkan menjadi 5VDC untuk Arduino Uno, LCD, sensor dan 4.2VDC untuk modul GSM SIM800L.
3	Modul <i>IOT</i>	Modul yang digunakan untuk <i>IOT</i> yaitu GSM SIM800L, hal ini karena modul Arduino yang digunakan pada <i>air purifier</i> tidak dilengkapi fitur <i>wifi</i> sehingga diperlukan komponen tambahan agar dapat menggunakan sistem <i>IOT</i> . Modul SIM800L menggunakan kartu sim yang memiliki kuota data internet untuk dapat mengirimkan data sensor melalui jaringan gprs. Arduino

		digunakan untuk mengontrol sensor, modul SIM800L, kecepatan kipas dan komponen elektronik lainnya.
4	Modul sensor (PMS5003 dan MQ7)	Sensor PMS5003 merupakan sensor laser yang digunakan untuk mendeteksi kadar partikel udara (PM) dengan jangkauan efektif 0-500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sensor MQ7 merupakan sensor gas yang mempunyai sensitivitas tinggi terhadap karbon monoksida (CO) hingga 2000 ppm.
5	Kipas	Kipas berperan sebagai alat untuk mengisap udara kotor dan mengeluarkan udara bersih. Proyek ini menggunakan kipas dengan sumber listrik DC 12V dan arus 0,9A dengan <i>airflow</i> 252,3 $\text{m}^3/\text{jam}$ dan dapat berputar hingga $\pm 2800$ rpm.
6	Kontrol kipas	Putaran kipas DC diatur menggunakan modul motor L298N dengan metode <i>pulse width modulation</i> (PWM).
7	HEPA filter	Filter HEPA yang digunakan adalah <i>HEPA Class 13</i> dengan kemampuan menghilangkan partikel yang berdiameter lebih dari 0,3 $\mu\text{m}$ . Filter ini juga dilengkapi dengan karbon aktif yang berfungsi untuk mengurangi kadar gas karbon monoksida.
8	Sistem <i>monitoring</i> (LCD dan android)	Terdapat 2 buah LCD. LCD dengan resolusi 20x4 digunakan untuk menampilkan nilai kualitas udara dan LCD dengan resolusi 16x4 digunakan untuk fitur <i>timer</i> /pewaktu untuk mengatur lamanya waktu alat berkerja. Tampilan <i>monitoring</i> juga akan ditampilkan pada sistem android berbasis <i>IOT</i> dengan spesifikasi minimum android versi 8.0 atau lebih tinggi untuk menjalankan <i>software monitoring</i> .

### 3.2 Metode Uji Coba dan Pengujian Usulan Rancangan Sistem

#### 3.2.1 Skenario Pengujian rancangan sistem

Untuk mengetahui kinerja sistem pembersihan dari *air purifier* dan memastikan bahwa seluruh spesifikasi yang telah dirancang dapat berjalan dengan baik, maka diperlukan pengujian sistem. Rancangan pengujian akan dilakukan pada beberapa kondisi seperti pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Rancangan pengujian *air purifier*

No.	Ruangan	Luas ruangan	Kondisi ruangan	Sistem pembersih <i>air purifier</i>
1	Kost mahasiswa	4m x 3m	Udara normal	<i>OFF</i>
2	Kost mahasiswa	4m x 3m	Udara normal	<i>ON (High speed)</i>
3	Kost mahasiswa	4m x 3m	Udara normal	<i>ON (Low speed)</i>
4	Kost mahasiswa	4m x 3m	Terdapat asap rokok	<i>ON (High to Low speed)</i>
5	Lab. Komputer FTI UII	6m x 4.5m	Udara normal	<i>ON</i>

Beberapa hal yang menjadi fokus dalam menentukan keefektifan kerja dari proyek *air purifier* ini diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Akurasi pembacaan nilai kualitas udara oleh setiap sensor.
2. Presentase penurunan zat polutan di dalam ruangan ketika menggunakan *air purifier*.
3. Waktu yang dibutuhkan *air purifier* untuk membuat udara di dalam ruangan mencapai standar kualitas udara yang baik.
4. Kestabilan proses pengiriman data hasil pembacaan sensor ke aplikasi android secara kontinyu.

### 3.2.2 Validasi Rancangan Sistem

#### a) Sensor PMS5003

Sensor PMS5003 adalah sensor yang membaca atau mendeteksi kadar zat polutan PM2.5 dan PM10 di lingkungan sekitar. Untuk mendapatkan hasil yang akurat dalam pengoperasiannya, maka perlu dilakukan proses kalibrasi. Kalibrasi sensor PMS5003 dilakukan dengan cara membandingkan nilai PM2.5 dan PM10 hasil pembacaan sensor dengan alat ukur terkalibrasi *Air Quality Indikator* yang dilakukan di laboratorium komputer gedung selatan FTI UII dalam kondisi udara normal. Nilai yang didapatkan dari kedua instrumen tersebut disimpan dan dianalisis untuk mendapatkan hubungan antara keduanya dalam persamaan regresi pangkat. Indeks kadar PM2.5 dan PM10 yang sesuai dengan kondisi lingkungan berdasarkan BMKG dapat dilihat seperti pada Tabel 3.4 dan Tabel 3.5 [9].

Tabel 3.4 Indeks kadar PM2.5

Konsentrasi PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Status
0 - 15	Baik
16 - 65	Sedang
66 - 150	Tidak sehat
151 - 250	Sangat tidak sehat
> 250	Berbahaya

Tabel 3.5 Indeks kadar PM10

Konsentrasi PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Status
0 - 50	Baik
51 - 150	Sedang
151 - 350	Tidak sehat
351 - 420	Sangat tidak sehat
> 420	Berbahaya

## b) Sensor MQ7

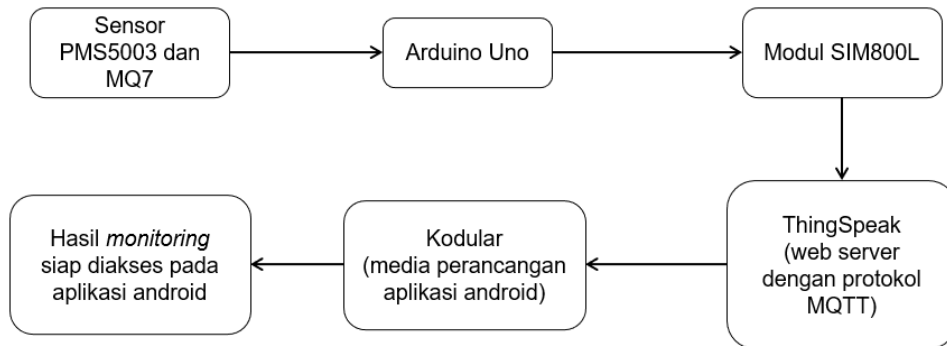
Sensor MQ7 adalah sensor yang membaca atau mendeteksi kadar karbon monoksida (CO) di lingkungan sekitar. Untuk mendapatkan hasil yang akurat dalam pengoperasiannya, maka perlu dilakukan proses kalibrasi. Proses kalibrasi sensor MQ7 menggunakan *carbon monoxide* meter testo 315-3 dan KM410 di laboratorium kualitas lingkungan FTSP UII pada ruangan dengan kondisi udara normal. Perusahaan *Heating Spares and Controls United Kingdom* menyatakan bahwa paparan CO maksimal yang aman untuk jangka pendek adalah 9 ppm seperti yang tertera pada Tabel 3.6 [10]. Sumber lain dari *United States Environmental Protection Agency* menyatakan bahwa nilai rata-rata CO pada udara normal adalah 0.5 - 5 ppm [11].

Tabel 3.6 Indeks kadar CO

Konsentrasi CO (ppm)	Status
0	Normal
9	Paparan maksimal yang diperbolehkan dalam jangka pendek
24	Dapat memberikan efek buruk bagi kesehatan jika terpapar dalam jangka panjang
25	Paparan maksimal yang diperbolehkan untuk tempat parkir mobil <i>indoor</i>
200	Menimbulkan kelelahan dan sakit kepala jika terpapar selama 2 - 3 jam
400	Menimbulkan sakit kepala selama 1 -2 jam. Dapat menganacam nyawa jika terpapar selama 3 jam
800	Menimbulkan sakit kepala dan mual setelah 45 menit. Membuat hilang kesadaran setelah paparan selama 1 jam. Menimbulkan kematian dalam 2 – 3 jam

### c) Sistem *Monitoring*

Hasil pembacaan oleh sensor berupa nilai kualitas udara akan ditampilkan di LCD dan aplikasi android. Pengiriman data ke LCD diproses langsung oleh Arduino. Sedangkan pengiriman data untuk ditampilkan di aplikasi android memerlukan komponen tambahan selain Arduino, yaitu modul SIM800L. Gambar 3.7 menampilkan diagram blok dari sistem *monitoring* untuk aplikasi android yang akan dirancang.



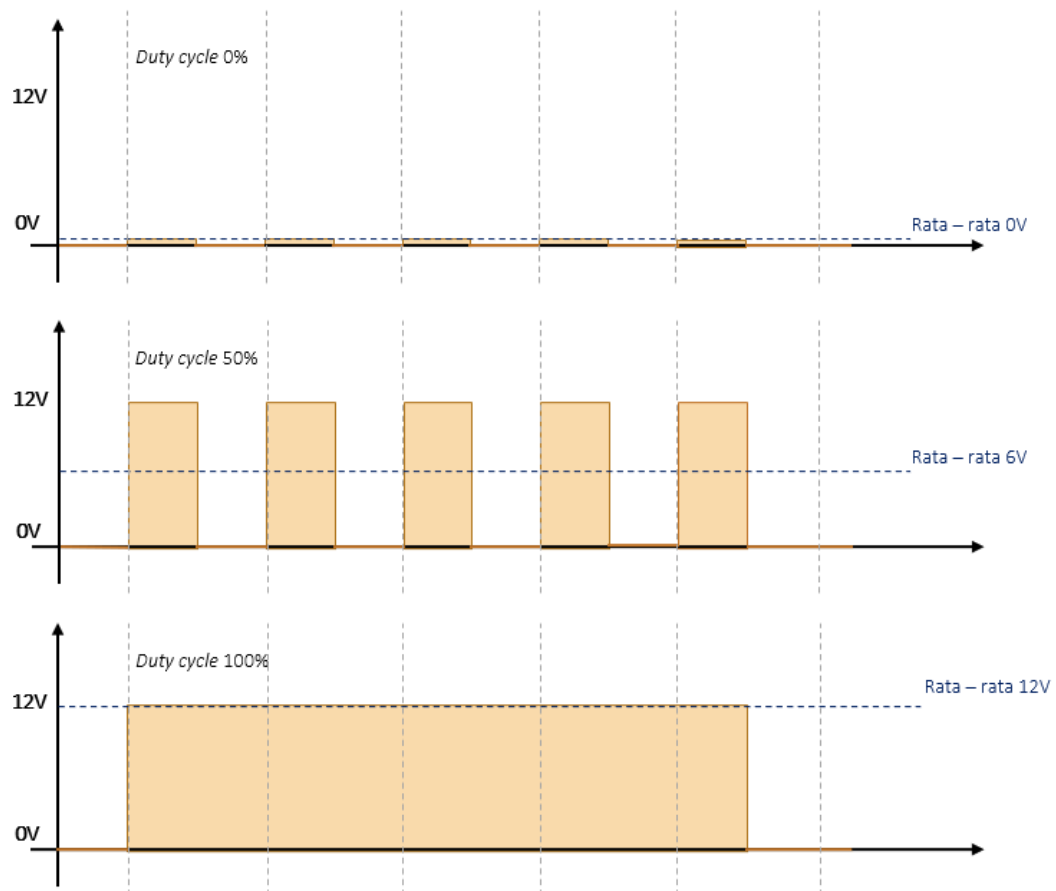
Gambar 3.7 Diagram blok rancangan sistem *monitoring*

Sebelum ditampilkan di aplikasi android, data pembacaan sensor perlu disimpan terlebih dahulu di sebuah web yang digunakan, yaitu ThingSpeak. Modul SIM800L terkadang mengalami suplai tegangan yang tidak stabil sehingga diperlukan komponen tambahan berupa kapasitor 1000 $\mu$ F yang dipasang pada pin *vin* dan *gnd*. Indikator LED pada modul SIM800L yang berkedip setiap detik dalam waktu yang cukup lama menandakan bahwa suplai tegangan tidak stabil ataupun menandakan bahwa modul tidak mendapatkan sinyal. Sedangkan jika modul SIM800L sudah mendapatkan sinyal dan mendapatkan tegangan yang stabil, maka LED akan berkedip setiap 3 detik sekali.

### d) Kontrol kipas

*Air purifier* yang dirancang akan memiliki 2 mode pembersihan, yaitu cepat (*high speed mode*) dan lambat (*low speed mode*) yang berubah secara otomatis. Ketika salah satu nilai kualitas udara (PM2.5, PM10, dan CO) melewati batas normal, maka kipas akan bekerja secara maksimal dan berputar dengan kecepatan 100% (*high speed mode*). Sedangkan ketika semua nilai parameter kualitas udara sudah berada pada batas normal atau aman, maka kipas akan berubah secara otomatis ke *low speed mode* dengan kecepatan putaran 50%. Hal ini bertujuan agar daya listrik yang digunakan menjadi lebih efisien, karena putaran kipas yang

lebih cepat akan menggunakan daya listrik yang lebih besar. Kipas menggunakan tegangan 12VDC dengan kecepatan maksimal putaran kipas sebesar 2800 rpm. Kecepatan putaran kipas tersebut diukur menggunakan tachometer. Kecepatan kipas diatur dengan metode PWM (*pulse width modulation*) menggunakan modul motor L298N. PWM adalah teknik untuk mengatur nilai rata – rata tegangan yang masuk ke suatu perangkat elektronik dengan cara menghidupkan dan mematikan daya dengan kecepatan yang sangat tinggi. Tegangan rata – rata bergantung pada *duty cycle*, yaitu jumlah waktu sinyal *ON* versus jumlah waktu sinyal *OFF* dalam Satu periode waktu. Gambar 3.8 menampilkan perbandingan berbagai sinyal PWM dengan *duty cycle* yang berbeda – beda pada kipas 12VDC yang digunakan.



Gambar 3.8 ilustrasi prinsip kerja PWM

## BAB 4 : Hasil Perancangan Sistem

### 4.1 Kesesuaian Usulan dan Hasil Perancangan Sistem

Pada Tugas Akhir 1 sudah ditentukan seluruh rencana usulan perancangan dan spesifikasi yang akan dibuat. Akan tetapi, pada proses realisasinya terdapat beberapa perubahan. Hal tersebut dikarena alat tidak bekerja dengan baik pada saat perancangan komponen (*hardware*) dan pemrograman (*software*) sehingga dilakukan beberapa perubahan rancangan dan spesifikasi untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Tabel 4.1 menampilkan *head-to-head comparison* dari rencana usulan dan realisasi. Gambar 4.1 menampilkan perbandingan antara desain *air purifier* menggunakan perangkat lunak dengan hasil realisasinya.



Gambar 4.1 Perbandingan desain *air purifier* (kiri) dengan hasil realisasinya (kanan)

Tabel 4.1 Perbandingan usulan dan hasil perancangan sistem

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Dimensi (panjang x lebar x tinggi)	25 x 25 x 40 cm	25 x 25 x 40 cm
2	Berat	2.5 kg	3 kg
3	Bahan <i>casing</i>	3D <i>Print</i>	3D <i>Print</i>
4	Catudaya	220VAC	220VAC
5	Regulator tegangan	220VAC ke 12VDC 12V DC ke 5V DC 12V DC ke 4.2V DC	220VAC ke 12VDC 12V DC ke 5V DC 12V DC ke 4.2V DC



6	Modul <i>IOT</i>	Arduino Uno dan modul SIM800L	Arduino Uno, Arduino Nano dan 2 buah modul SIM800L
7	Modul Sensor	PMS5003 dan MQ7	PMS5003 dan MQ7
8	Kipas	12VDC	12VDC
9	Kontrol kipas	MOSFET	Modul motor driver L298N
10	HEPA Filter	HEPA Class 13	HEPA Class 13
11	Sistem <i>Monitoring</i>	LCD 20x4 dan android	LCD 20x4 dan android
12	Fitur <i>timer</i> /pewaktu	LCD 16x2 dan android	LCD 16x2
13	Pembuatan <i>user interface</i>	Kodular	Kodular
14	<i>Database</i>	Firebase	ThingSpeak

#### 4.2 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajaemen Tim dan Realisasinya

Realisasi perencanaan dalam manajemen tim terdapat sedikit perubahan pada *timeline* dikarenakan proses pengerjaan Tugas Akhir 2 dipercepat dan perubahan perancangan komponen sistem usulan yang juga mempengaruhi rencana anggaran biaya atau RAB. Timeline dan RAB Tugas Akhir 2 dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3.

Tabel 4.2 Kesesuaian antara usulan dan realisasi *timeline* pengerjaan Tugas Akhir

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Pembelian alat dan bahan	Januari – Februari	Januari – Februari
2	Perancangan sistem dengan usulan	Februari – Maret	Februari – Mei
3	Proses kalibrasi	April	April – Mei
4	Uji coba air purifier dan pengambilan data	April	April – Mei
5	Evaluasi dari hasil percobaan	April	Mei
6	Pembuatan dan pemasangan <i>casing</i> sekaligus <i>finishing</i>	Mei	Mei
7	Expo dan pengumpulan laporan akhir	Juni	Juni

Tabel 4.3 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
1	Arduino Uno	1 pcs	Rp. 135.000,-	1 pcs	Rp. 135.000,-
2	Arduino Nano	-	-	1 pcs	Rp. 115.000,-
3	Modul SIM 800L + Kartu SIM Telkomsel dengan kuota data	1 pcs	Rp. 80.000,-	2 pcs	Rp. 160.000,-
4	PMS5003	1 pcs	Rp. 339.484,-	1 pcs	Rp. 339.484,-
5	MQ7	1 pcs	Rp. 20.000,-	1 pcs	Rp. 20.000,-
6	LCD 16x2	1 pcs	Rp. 23.000,-	1 pcs	Rp. 23.000,-
7	LCD 20x4	1 pcs	Rp. 70.000,-	1 pcs	Rp. 70.000,-
8	Adaptor 12V DC	1 pcs	Rp. 25.000,-	1 pcs	Rp. 25.000,-
9	MOSFET	1 pcs	Rp. 5.000,-	-	-
10	Modul Motor Driver L298N	-	-	1 pcs	Rp. 25.000,-
11	Buck Converter	2 pcs	Rp. 23.000,-	2 pcs	Rp. 23.000,-
12	Xiomi HEPA Filter	1 pcs	Rp. 399.000,-	1 pcs	Rp. 399.000,-
13	Kipas 12V DC (12cm x 12cm)	1 pcs	Rp. 80.000,-	1 pcs	Rp. 80.000,-
14	Relay	1 pcs	Rp. 6.100,-	1 pcs	Rp. 6.100,-
15	Papan PCB	3 pcs	Rp. 19.500,-	3 pcs	Rp. 19.500,-
16	Push button	4 pcs	Rp. 2.400,-	4 pcs	Rp. 2.400,-
17	Kabel jumper male to male	40 pcs	Rp. 11.500,-	40 pcs	Rp. 11.500,-
18	Kabel jumper male to female	40 pcs	Rp. 11.500,-	40 pcs	Rp. 11.500,-
19	Casing 3D print	1 pcs	Rp. 1.800.000,-	1 pcs	Rp. 1.800.000,-
<b>Total</b>			<b>Rp. 3.050.484,-</b>		<b>Rp. 3.265.484,-</b>

#### 4.3 Analisis dan Pembahasan Kesesuaian antara Perencanaan dan Realisasi

Pada proses perencanaan dan realisasinya terdapat beberapa hal yang diubah untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Perubahan juga didasari oleh referensi jurnal-jurnal yang terkait dengan perancangan *air purifier*. Realisasi juga berdasarkan hasil diskusi tim dan Dosen Pembimbing. Berikut aspek-aspek atau pembahasan secara lebih detail tentang bagaimana kesesuaian antara perencanaan dan realisasinya pada Tugas Akhir / *Capstone Project* ini:

1. Berdasarkan Tabel 4.1, Tabel 4.2, dan Tabel 4.3, kesesuaian antara kesesuaian perencanaan dan realisasi, dari segi pembuatan alat maupun manajemen tim dan keuangannya dapat dikatakan bahwa lebih dari 70% realisasi sesuai dengan perencanaan.
2. Pada rancangan usulan hanya digunakan 1 buah Arduino Uno dan 1 buah modul SIM800L. Tetapi pada realisasinya, digunakan 1 buah Arduino Uno dan 1 buah Arduino Nano dengan

tambahan 1 buah modul SIM800L. Hal ini bertujuan untuk memisahkan sistem *monitoring* dengan sistem kontrol *timer*. Arduino Uno digunakan untuk mengontrol sensor-sensor, pengiriman data sensor ke ThingSpeak, kontrol kecepatan kipas, dan LCD 20x4. Sedangkan Arduino Nano digunakan untuk mengontrol *push button*, *timer*, *relay* dan LCD 16x2. Penggunaan 2 buah Arduino saat realisasi perancangan disebabkan pada proses pemrograman bagian *void loop* Arduino Uno yang membutuhkan waktu sekitar 1 menit dalam pengiriman data ke ThingSpeak dan membuat program lainnya berhenti selama 1 menit, sehingga tidak memungkinkan untuk mengontrol *push button*, *timer*, *relay* dan LCD 16x2 yang membutuhkan respon yang cepat, maka dari itu digunakan Arduino Nano dengan ukuran yang lebih kecil dari Arduino Uno dengan tujuan untuk mengontrol rangkaian *timer*.

3. Pada rancangan usulan hanya digunakan 1 buah modul SIM800L. Sedangkan realisasinya menggunakan 2 buah modul SIM800L. hal ini dikarenakan pemisahan rangkaian *monitoring* dan kontrol yang dapat diakses melalui aplikasi android. 1 buah modul SIM800L digunakan untuk proses pengiriman data hasil pembacaan sensor ke ThingSpeak. Sedangkan 1 modul lainnya digunakan untuk mengontrol tombol *ON/OFF* dari aplikasi android.
4. Perubahan kontrol kecepatan kipas pada rancangan usulan yang awalnya menggunakan MOSFET dengan metode *pulse width modulation* (PWM) tidak bekerja dengan baik karena menyebabkan tampilan *timer* di LCD menjadi tidak beraturan. Oleh karena itu digunakan modul motor driver L298N dengan metode yang sama, yaitu *pulse width modulation* (PWM) untuk realisasinya.
5. Pada rencana desain usulan Tugas Akhir 1, data sensor akan dikirim ke Firebase *cloud database* sebelum ditampilkan di aplikasi android. Namun realisasinya, Firebase tidak dapat menyimpan riwayat data hasil pembacaan sensor. Sehingga, *database* yang digunakan adalah ThingSpeak karena dapat menyimpan data sensor. Selain itu, ThingSpeak dapat menyimpan data pembacaan sensor dalam bentuk grafik dengan periode sesuai keinginan pengguna dengan pemrograman yang lebih mudah dibandingkan Firebase. Sehingga riwayat data sensor dalam bentuk grafik dapat ditampilkan pada aplikasi android.

## BAB 5 : Implementasi Sistem dan Analisis

### 5.1 Hasil dan Analisis Implementasi

Setelah melakukan pengujian berdasarkan rancangan yang telah ditentukan, didapatkan hasil pengujian yang menampilkan kinerja dari sistem *air purifier* yang meliputi beberapa performa parameter. Semua uji coba dilakukan di dalam ruangan yang tertutup untuk mencegah keluar masuknya udara dari luar ataupun dari dalam ruangan yang dapat mempengaruhi hasil percobaan.

#### 5.1.1 Kalibrasi Sensor

##### a. Sensor PMS5003

Proses kalibrasi dilakukan dengan cara membandingkan nilai PM2.5 dan PM10 hasil pembacaan sensor dengan alat ukur terkalibrasi *Air Quality Indikator* yang dilakukan di laboratorium komputer gedung selatan FTI UII dalam kondisi udara normal. Nilai yang didapatkan dari kedua instrumen tersebut disimpan dan dianalisis untuk mendapatkan hubungan antara keduanya dalam persamaan regresi pangkat yang dibuat secara otomatis menggunakan *microsoft excel*. Setelah dilakukan kalibrasi, semua sensor memiliki nilai pembacaan *error* maksimal 5%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai *error* dari pembacaan sensor sudah cukup rendah. Hasil proses kalibrasi kadar PM2.5 dapat dilihat pada Tabel 5.1 dan Tabel 5.2. Sedangkan untuk hasil kalibrasi PM10 dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan Tabel 5.4.

Tabel 5.1 Nilai *error* dari PM2.5 sebelum kalibrasi

PM2.5		
Hasil pembacaan sensor	Hasil pembacaan alat ukur <i>Air Quality Index</i>	Nilai <i>error</i> (%)
31	26	19.23
29	24	20.83
27	22	22.73
25	20	25.00
23	18	27.78
17	14	21.43
15	11	36.36

Tabel 5.2 Nilai *error* dari PM2.5 setelah kalibrasi

PM2.5		
Hasil pembacaan sensor	Hasil pembacaan alat ukur <i>Air Quality Index</i>	Nilai <i>error</i> (%)
32	31	3.23
31	31	0.00
30	31	3.23
30.6	29	5.52
26	25	4.00
27.9	27	3.33
27.9	27	3.33

Tabel 5.3 Nilai *error* dari PM10 sebelum kalibrasi

PM10		
Hasil pembacaan sensor	Hasil pembacaan alat ukur <i>Air Quality Index</i>	Nilai <i>error</i> (%)
33	16	106.25
31	14	121.4286
29	12	141.6667
26	11	136.3636
24	10	140
20	9	122.2222
18	7	157.1429

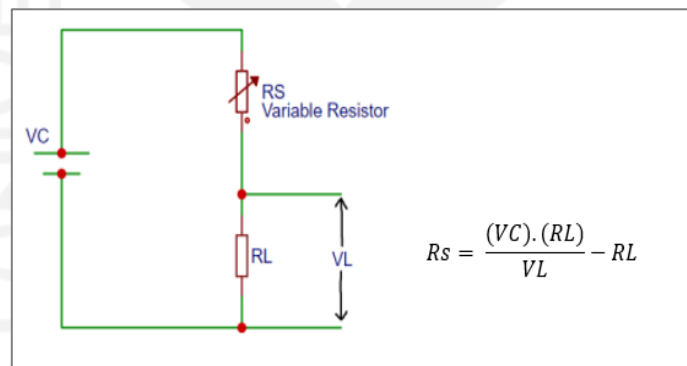
Tabel 5.4 Nilai *error* dari PM10 setelah kalibrasi

PM10		
Hasil pembacaan sensor	Hasil pembacaan alat ukur <i>Air Quality Index</i>	Nilai <i>error</i> (%)
17.8	18	1.11
18.93	18	5.17
16.68	17	1.88
15.43	16	3.56
12.87	13	1.00
13.4	14	4.29
14.48	14	3.43

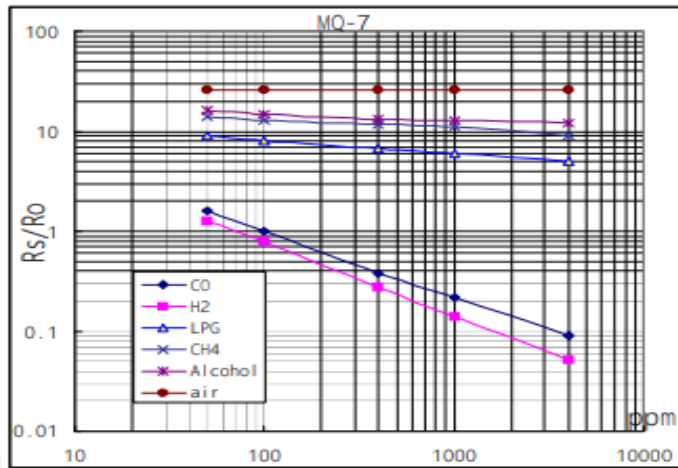
b. Sensor MQ7

Proses kalibrasi sensor MQ7 menggunakan *carbon monoxide meter* testo 315-3 dan KM410 di laboratorium kualitas lingkungan FTSP UII pada ruangan dengan kondisi udara normal. Karena keterbatasan ruangan laboratorium kualitas lingkungan FTSP yang tidak mengizinkan untuk mensimulasikan ruangan dengan kondisi CO di atas rata-rata, maka proses kalibrasi tidak mendapatkan hasil yang maksimal. Maka dari itu, dibuat patokan bahwa nilai rata-rata CO pada udara normal adalah bervariasi antara 0.5 sampai 5 sesuai dengan standar *United States Environmental Protection Agency* [11]. Pada kondisi udara normal, alat ukur terkalibrasi menunjukkan nilai kadar CO yang sangat kecil yaitu hampir selalu 0 ppm dan hanya beberapa kali menunjukkan angka 0.5 ppm yang merupakan angka tertinggi yang didapatkan ketika percobaan.

Sensor MQ-7 dikalibrasi menggunakan data perubahan  $R_s/R_o$  terhadap ppm yang didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan oleh Fathur Miftahudin menggunakan alat ukur standar Krisbow KD09-224 *carbon monoxide meter* [12]. Nilai variabel yang telah diketahui berdasarkan *datasheet* adalah  $V_L = \left( \frac{\text{nilai analog pembacaan sensor}}{1024} \cdot V_C \right)$  dengan  $R_L = 3200 \Omega$ , dan  $V_C = 5V$ .



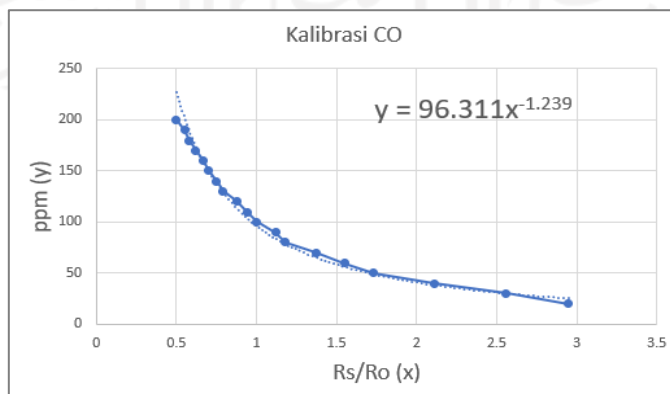
Gambar 5.1 Rangkaian internal MQ7 beserta persamaannya



Gambar 5.2 Grafik logaritmik perubahan Rs/Ro terhadap ppm berdasarkan *datasheet*

Tabel 5.5 Hasil pengukuran ppm terhadap Rs/Ro menggunakan alat ukur terkalibrasi oleh Fathur Miftahudin

<b>Rs/Ro</b>	<b>ppm</b>
2.95	20
2.56	30
2.11	40
1.73	50
1.55	60
1.37	70
1.18	80
1.12	90
1	100
0.94	110
0.88	120
0.79	130
0.75	140
0.7	150
0.67	160
0.62	170
0.58	180
0.55	190
0.5	200



Gambar 5.3 Pemetaan ulang grafik nilai ppm terhadap Rs/Ro dalam bentuk eksponensial berdasarkan hasil alat ukur terkalibrasi

Dari hasil pemetaan regresi pangkat menggunakan *microsoft excel* pada Gambar 5.3 didapatkan hubungan antara ppm dengan  $R_s/R_o$ , yaitu:

$$y = 96.31(x)^{-1.239}$$

Variabel  $y$  adalah ppm dan  $x$  adalah  $R_s/R_o$ . Walaupun sudah didapatkan persamaan untuk mengetahui kadar CO dalam ppm, nilai  $R_o$  masih belum diketahui, sehingga langkah selanjutnya adalah menentukan besarnya nilai  $R_o$  dengan melakukan perhitungan dan pengukuran sederhana. Berdasarkan hasil pengukuran menggunakan *carbon monoxide meter* testo 315-3 dan KM 410 di laboratorium kualitas lingkungan FTSP, didapatkan kadar karbon monoksida pada udara bebas adalah 0.5 ppm. Nilai tersebut dapat dimasukkan ke dalam persamaan pada Gambar 5.3 sehingga menjadi:

$$y = 96.31(x)^{-1.239}$$

$$0.5 = 96.31(x)^{-1.239}$$

$$0.5 = 96.31 \left( \frac{R_s}{R_o} \right)^{-1.239}$$

$$0.0052 = \left( \frac{R_s}{R_o} \right)^{-1.239}$$

$$69.7299 = \frac{R_s}{R_o}$$

$$R_o = \frac{R_s}{69.7299}$$

Kemudian, untuk mendapatkan nilai  $R_o$ , maka perlu dilakukan pengukuran nilai  $R_s$  pada udara bebas oleh sensor MQ-7 dan Arduino (mikrokontroler) menggunakan persamaan pada Gambar 5.1. Setelah dilakukan pengukuran, didapatkan nilai  $R_s$  pada udara bebas adalah 50518 ohm. Nilai tersebut dimasukkan ke dalam persamaan berikut.

$$R_o = \frac{R_s}{69.7299}$$

$$R_o = \frac{50518}{69.7299}$$

$$R_o = 724.4811 \Omega$$



Setelah didapatkan nilai  $R_o$ , maka nilai  $R_o$  tersebut menjadi konstanta.  $R_s$  adalah nilai hambatan internal yang dapat berubah tergantung hasil pembacaan sensor MQ7. Persamaan akhir untuk mendapatkan nilai kadar CO dalam satuan ppm dapat ditulis ulang menjadi:

$$\text{nilai ppm} = 96.31 \left( \frac{R_s}{724.4811} \right)^{-1.239}$$

### 5.1.2 Data Hasil Uji Coba

#### a) Hasil *monitoring* kualitas udara

Setelah sistem telah dirancang dan dikalibrasi, langkah berikutnya adalah melakukan pengujian. Pengujian dilakukan dengan berbagai kondisi yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.6. Pada tabel tersebut, baris 1, 2, 3, dan 10 adalah kondisi ruangan pada udara normal tanpa polusi. Sedangkan sisanya, pada baris 4 sampai 9 adalah kondisi ruangan yang telah ditambahkan zat polutan berupa asap rokok dan asap obat nyamuk bakar untuk mendapatkan kondisi udara yang kotor.

Tabel 5.6 Data pengujian beberapa kondisi

No.	Luas ruangan	Kondisi awal			Kondisi akhir			Kondisi kipas air purifier	Waktu (jam)
		PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CO (ppm)	PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CO (ppm)		
1	3m x 4m	27	12	0.41	26	11.45	0.39	Off	1
2	3m x 4m	18	7.81	0.33	1	1	0.32	Low	1
3	3m x 4m	29	12.38	0.42	1	0.39	0.39	High	0.5
4	3m x 4m	428	298	0.40	48	35	0.33	High to Low	0.5
5	3m x 4m	145	95	0.40	42	31	0.33	High to Low	0.5
6	3m x 4m	676	611	0.67	26	17	0.34	High to Low	< 0.5
7	3m x 4m	1176	1874	0.92	53	37	0.46	High to Low	0.5
8	3m x 4m	1036	1272	1.45	20	11	0.46	High to Low	0.5
9	3m x 4m	864	792	1.91	61	40	0.47	High to Low	0.5
10	4.5m x 6m	32	17.8	0.37	15	11.81	0.34	High	1

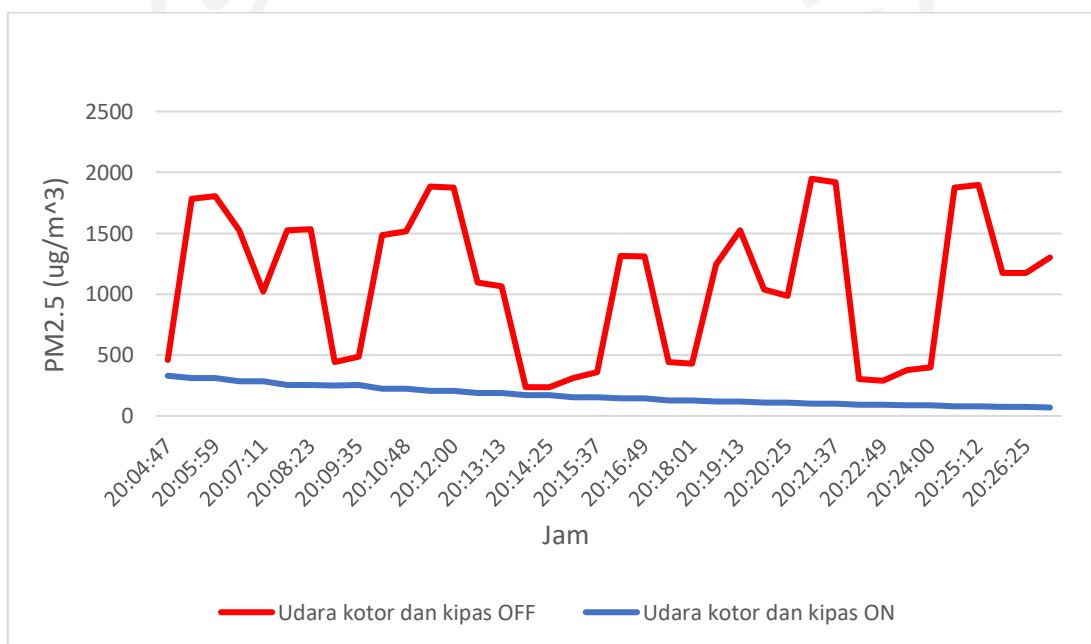
Berdasarkan hasil pengambilan data seperti yang terlihat pada Tabel 5.6, kinerja *air purifier* berbeda – beda tergantung dengan kondisi ruangan. Percobaan pada ruangan dengan ukuran 4m x 3m tanpa penggunaan *air purifier* (sistem kipas mode *off*) menunjukkan bahwa kualitas udara di ruangan tersebut tidak mengalami banyak perubahan atau cukup konstan dengan nilai rata – rata PM2.5 sebesar 23.74  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM10 sebesar 11.01  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , dan CO sebesar 0.37 ppm selama 1 jam (baris 1 Tabel 5.6).

Pada ruangan dengan ukuran 4m x 3m, *air purifier* sangat efektif dalam menurunkan kadar polutan (PM2.5, PM10, dan CO). *Air purifier* dengan *high speed mode* dapat menurunkan kadar PM2.5 sebesar 96,5%, PM10 sebesar 96,8%, dan CO sebesar 7% hanya dalam waktu 30 menit (baris 3 Tabel 5.6). Walaupun dengan *low speed mode*, *air purifier* tetap dapat menurunkan kadar PM25 sebesar 94,4%, PM10 sebesar 87%, dan CO sebesar 3% dalam waktu 1 jam (baris 2 Tabel 5.6).

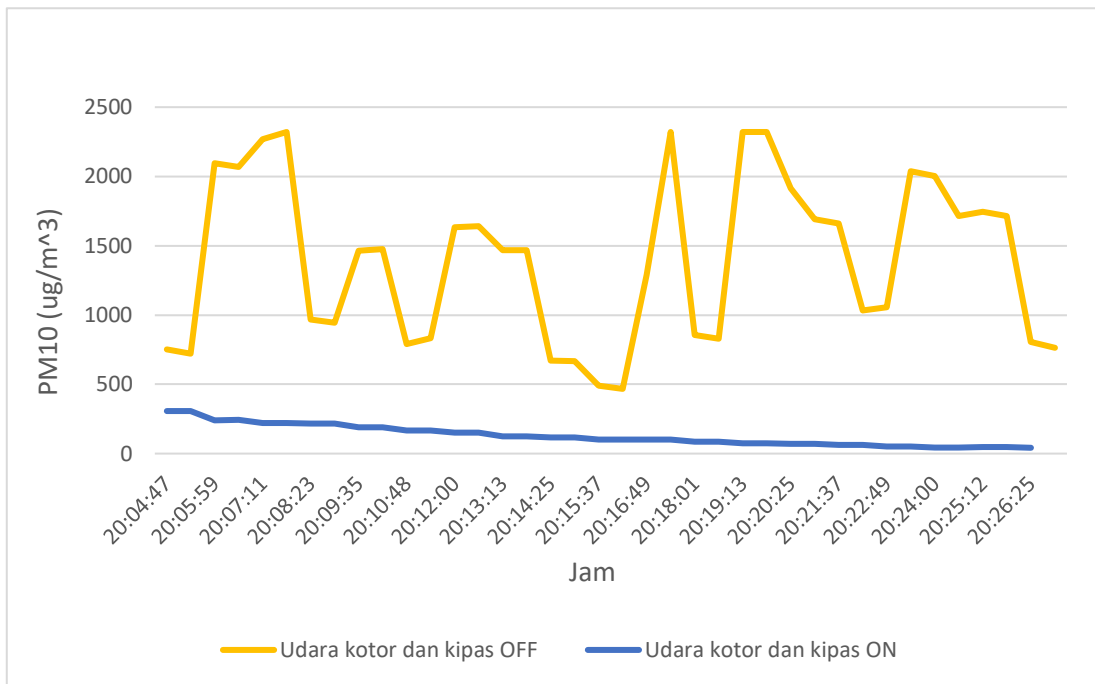
Pada percobaan lainnya di ruangan yang sama (4m x 3m) dengan menambahkan zat polutan, didapatkan bahwa kadar PM2.5 dan PM10 mencapai lebih dari 1000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dan CO mencapai 2 ppm. Zat polutan yang ditambahkan yaitu berupa asap hasil pembakaran rokok dan obat nyamuk bakar. Setelah sekitar 5 menit memberikan asap pembakaran pada ruangan, kemudian *air purifier* diaktifkan dan kipas dari *air purifier* berada pada kondisi *high speed mode* karena nilai PM2.5, PM10, dan CO cukup tinggi melebihi batas aman yang ditentukan. Kemudian setelah ketiga nilai tersebut sudah di bawah batas aman, kipas secara otomatis kembali berubah ke *low speed mode*. Penerapan *air purifier* pada udara kotor dilakukan selama 30 menit untuk setiap percobaan dengan total 6 kali percobaan. Setelah percobaan dilakukan, didapatkan hasil yang berbeda – beda walaupun *air purifier* berhasil menurunkan kadar PM2.5, PM10, dan CO untuk setiap percobaan. Perbedaan hasil yang didapatkan disebabkan oleh perbedaan letak sumber zat polutan terhadap sensor. Semakin dekat sumber zat polutan atau asap pembakaran dengan sensor, maka nilai hasil pembacaan oleh sensor akan semakin besar. Begitu juga sebaliknya, ketika jarak sumber asap pembakaran lebih jauh dari sensor, maka nilai hasil pembacaan oleh sensor akan semakin kecil. Pada ruangan yang diberikan zat polutan, rata -rata penurunan kadar polusi udara adalah 90% untuk PM2.5 dan PM10, serta penurunan sebesar 46% untuk gas CO dalam waktu 30 menit (baris 4 sampai 9 Tabel 5.6).

Ruangan dengan luas 6m x 4.5m (Lab. Komputer FTI UII) mendapatkan hasil pengujian yang cukup berbeda dengan ruangan 4m x 3m. Hasil data menunjukkan bahwa *air purifier* mengalami penurunan kinerja pada ruangan yang lebih besar (6m x 4.5m). Selama 1 jam pengambilan data, *air purifier* hanya berhasil menurunkan kadar PM2.5 sebesar 54.12%, PM10 sebesar 33.65 %, dan CO sebesar 8.10% (baris 10 Tabel 5.6).

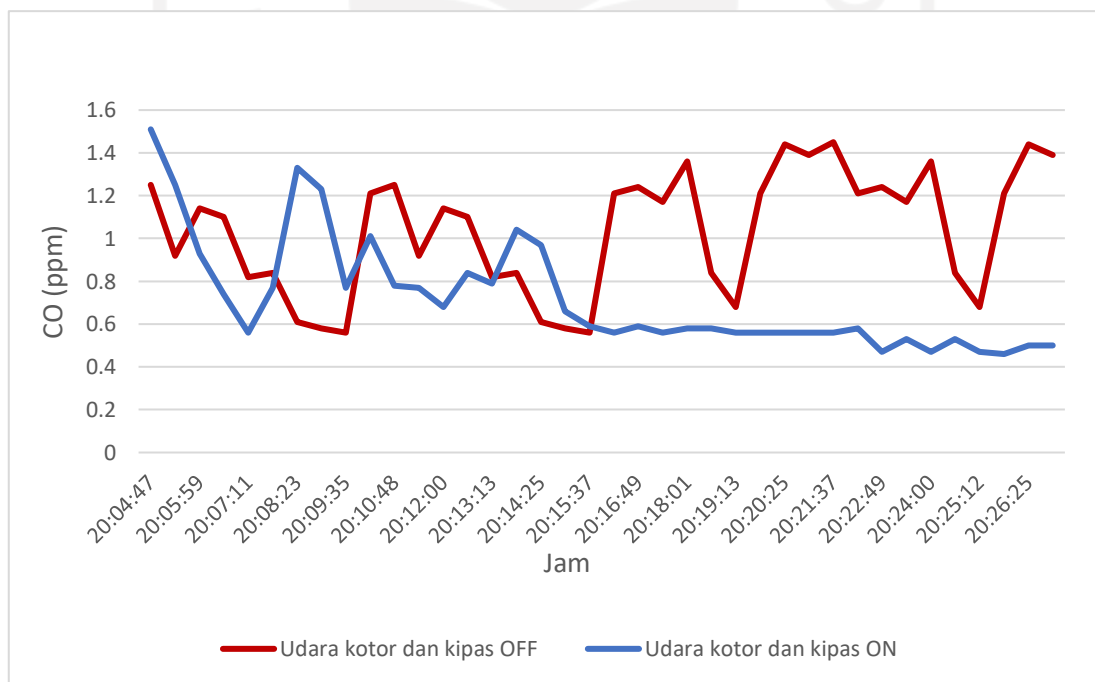
*Air purifier* terbukti dapat menurunkan kadar zat polutan di dalam ruangan 3m x 4m dengan optimal. Lamanya waktu yang dibutuhkan *air purifier* untuk membersihkan ruangan tergantung pada intensitas zat polutan di dalam ruangan. Zat polutan hasil pembakaran rokok dan obat nyamuk bakar yang diberikan selama 5 menit di ruangan 4m x 3m, memerlukan waktu sekitar 30 menit agar kualitas udara kembali ke kondisi normal atau batas aman dengan bantuan *air purifier*. Sedangkan jika tidak menggunakan *air purifier*, kualitas udara cenderung konstan pada kondisi yang berbahaya. Berikut ditampilkan juga hasil pengujian lainnya dalam bentuk grafik terkait perbandingan kondisi udara kotor pada ruangan dengan *air purifier* dan tanpa *air purifier* yang dapat dilihat pada Gambar 5.4, Gambar 5.5, dan Gambar 5.6.



Gambar 5.4 Hasil *monitoring* nilai PM2.5 selama kurang lebih 30 menit



Gambar 5.5 Hasil *monitoring* nilai PM10 selama kurang lebih 30 menit

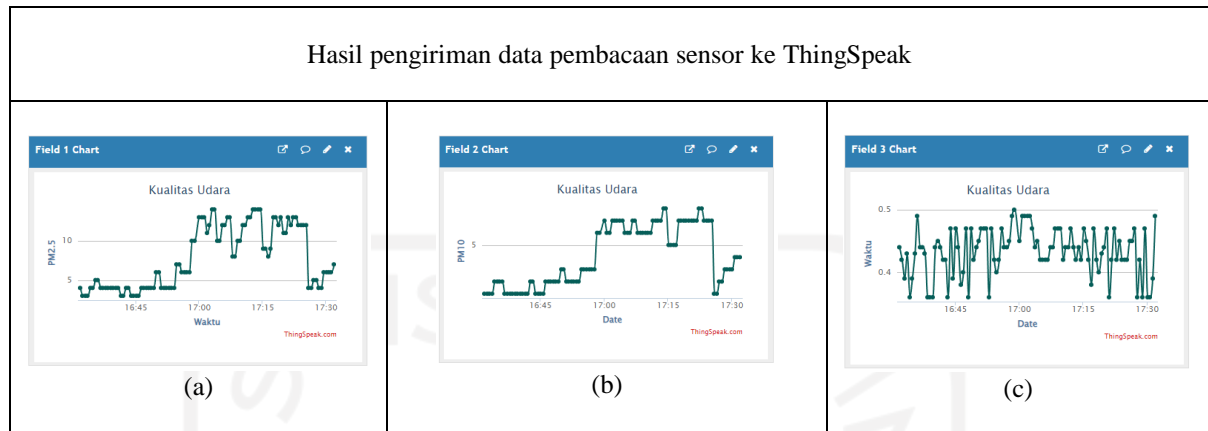


Gambar 5.6 Hasil *monitoring* nilai CO selama kurang lebih 30 menit

b) Pengiriman data

Untuk menampilkan data di android, hasil data pembacaan perlu di simpan terlebih dahulu di sebuah web yang digunakan, yaitu ThingSpeak. Proses pengiriman data ke

ThingSpeak sudah berjalan dengan baik. Penyimpanan data pada ThingSpeak dapat berupa angka dan grafik. Gambar 5.7 dan Tabel 5.7 menampilkan hasil pembacaan nilai tiap sensor pada tanggal 9 Juni 2022 yang berhasil disimpan di ThingSpeak.



Gambar 5.7 Grafik hasil pembacaan sensor pada ThingSpeak. (a) PM2.5, (b) PM10, dan (c) CO

Tabel 5.7 Nilai hasil pembacaan tiap sensor

Tanggal	Jam	PM2.5	PM10	CO
09/06/2022	17:00:05	13	7	0.45
09/06/2022	17:01:17	13	6	0.49
09/06/2022	17:02:29	12	7	0.49
09/06/2022	17:03:05	14	7	0.47
09/06/2022	17:04:18	10	7	0.45
09/06/2022	17:05:31	12	6	0.42
09/06/2022	17:06:42	13	7	0.42
09/06/2022	17:07:18	13	7	0.44
09/06/2022	17:08:30	8	6	0.47
09/06/2022	17:09:06	10	6	0.47
09/06/2022	17:10:20	12	6	0.42
09/06/2022	17:11:32	13	7	0.44
09/06/2022	17:12:07	13	7	0.47
09/06/2022	17:13:19	14	7	0.42
09/06/2022	17:14:32	14	8	0.42
09/06/2022	17:15:08	9	5	0.47
09/06/2022	17:16:20	8	5	0.42
09/06/2022	17:17:32	13	7	0.47
09/06/2022	17:18:07	13	7	0.42
09/06/2022	17:19:19	13	7	0.43
09/06/2022	17:20:31	11	7	0.47
09/06/2022	17:21:07	13	7	0.36
09/06/2022	17:22:19	13	8	0.47
09/06/2022	17:23:31	12	7	0.45
09/06/2022	17:24:07	12	7	0.42

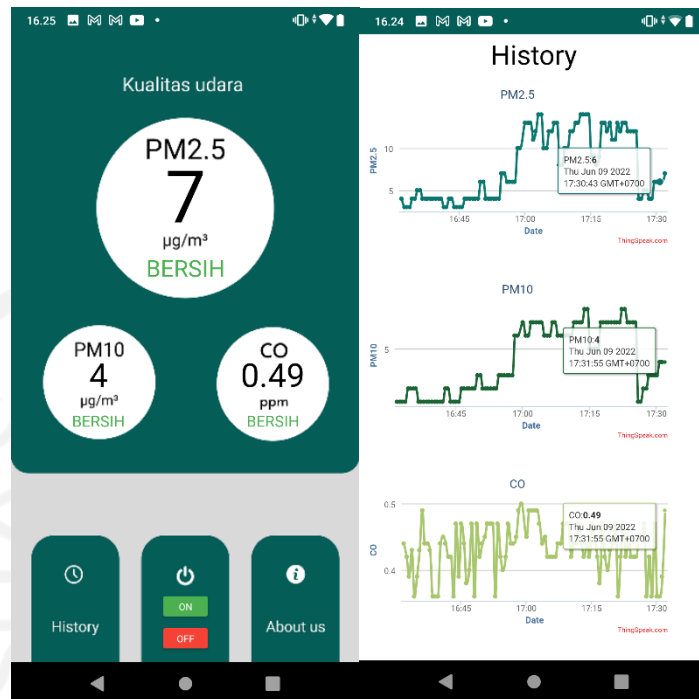
09/06/2022	17:25:18	12	7	0.42
09/06/2022	17:26:30	4	1	0.45
09/06/2022	17:27:06	5	2	0.47
09/06/2022	17:28:19	4	3	0.42
09/06/2022	17:29:31	6	3	0.47
09/06/2022	17:30:07	6	3	0.36

Data hasil pembacaan sensor diperbarui setiap sekitar 1 menit. Pengiriman data tidak terjadi setiap detiknya, tetapi butuh waktu sekitar 1 menit untuk mengirimkan data hasil pembacaan sensor. Hal ini dikarenakan penggunaan SIM800L yang memiliki keterbatasan waktu (*delay*) dalam pengiriman data dan web ThingSpeak yang membatasi kecepatan pengiriman data maksimal 15 detik. Selain itu, *delay* menit detik membantu pengguna mendapatkan informasi yang cukup mengenai nilai kualitas udara hasil pembacaan sensor karena nilainya tidak berubah terlalu cepat. Dalam implementasinya, terkadang data yang ditampilkan di LCD dan android terdapat *delay* beberapa detik yang membuat proses pengiriman data tidak tepat seperti yang direncanakan. Hal ini dikarenakan modul SIM800L menggunakan kartu sim yang sinyalnya bergantung pada *provider* kartu sim yang digunakan. Kartu sim yang digunakan harus memiliki kuota internet agar dapat melakukan pengiriman data.

#### c) Implementasi aplikasi android

Penerapan sistem *monitoring* dan kontrol pada aplikasi android telah berjalan dengan cukup baik. Tampilan aplikasi menunjukkan hasil *monitoring* dalam bentuk angka dan grafik dengan perantara web ThingSpeak dengan protokol *MQTT* untuk menyimpan data hasil pembacaan sensor yang telah diproses oleh Arduino. Web yang digunakan untuk pembuatan aplikasi adalah Kodular dengan bahasa pemrograman berbasis diagram blok. Diperlukan kartu sim yang berisi kuota internet yang terpasang pada modul SIM800L agar sistem *monitoring* dapat terus berjalan dan memperbarui data pembacaan kualitas udara. Kartu sim yang digunakan dalam uji coba adalah telkomsel. Hasil pengujian menunjukkan bahwa selama 7 hari nonstop menghabiskan kuota internet sebanyak 15mB. Sedangkan sistem kontrol *ON/OFF* melalui android, pengguna memerlukan kartu sim yang berisi pulsa minimal Rp. 425,00 untuk setiap klik tombol *ON/OFF* pada aplikasi (kartu sim pengguna bukan kartu sim yang terpasang pada modul SIM800L). Hal ini disebabkan karena sistem kontrol tersebut berbasis SMS. Sehingga, setiap kali tombol *ON/OFF* pada aplikasi ditekan, maka aplikasi akan mengirim pesan atau SMS yang kemudian akan diterima oleh modul SIM800L dan diproses

oleh Arduino. Gambar 5.8 Hasil uji coba aplikasi android menampilkan hasil implementasi aplikasi android yang telah dibuat.



Gambar 5.8 Hasil uji coba aplikasi android

#### d) *Timer*

*Timer* pada *air purifier* hasil perancangan sudah dapat berfungsi untuk menghitung mundur waktu dan mematikan sistem purifikasi secara otomatis. Di sisi lain, pengguna tetap dapat mengaktifkan *air purifier* tanpa *timer*, yaitu melalui tombol *ON/OFF*. *Timer* hanya fitur tambahan dan opsional jika pengguna ingin mengaktifkan *air purifier* pada waktu tertentu saja untuk kemudian mati otomatis. Terdapat tiga pilihan waktu tersedia, yaitu 2 jam, 6 jam, dan 12 jam. *Timer* dibuat dengan bantuan *library* yang sudah tersedia di perangkat lunak Arduino IDE. Tampilan *timer* dapat dilihat seperti pada Gambar 5.9.



Gambar 5.9 Tampilan *timer* pada *air purifier*

## 5.2 Pengalaman Pengguna

Setelah semua langkah perancangan telah dilakukan dan alat telah menjadi satu produk utuh, dilakukan uji di Laboratorium Komputer FTI UII dengan berbagai *user* untuk mendapatkan respon terkait kualitas *air purifier*. Tabel 5.8 menampilkan beberapa hal yang perlu menjadi evaluasi menurut pengalaman pengguna.

Tabel 5.8 Pengalaman pengguna

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Fungsi	Tujuan utama <i>air purifier</i> untuk membersihkan udara di dalam ruangan telah tercapai.	Dipertahankan.
2	Akurasi sensor	Hasil pembacaan PM2.5 dan PM10 sudah memiliki akurasi yang cukup tinggi dengan nilai <i>error</i> maksimal sekitar 5%. Hasil pembacaan CO masih belum dipastikan keakuratannya.	Perlu dilakukan kalibrasi dengan alat dan kondisi ruangan yang lebih memadai. Selain itu, perlu dipertimbangkan juga untuk menggunakan sensor CO yang lebih mumpuni.
3	Sistem <i>monitoring</i> dan kontrol	Sudah berjalan cukup baik sesuai dengan fungsinya yaitu menampilkan informasi kualitas udara dan kontrol <i>timer</i> untuk menonaktifkan <i>air purifier</i> secara otomatis.	Dipertahankan.
4	<i>IOT</i>	Berhasil menampilkan informasi kualitas udara dalam bentuk angka dan grafik pada aplikasi android yang dapat diakses secara jarak jauh dengan tampilan <i>interface</i> yang cukup baik.	Dipertahankan.

## 5.3 Dampak Implementasi Sistem

### 5.3.1 Teknologi/Inovasi

*Air purifier* berfungsi untuk membuat kualitas udara di dalam ruangan menjadi lebih baik dengan cara menyaring zat polutan menggunakan filter HEPA. Terdapat beberapa riset tentang perancangan *air purifier* terdahulu, salah satunya adalah yang dilakukan oleh Zul Fahmi dan Mohamad Dwiky Ferdiawan dengan judul: LOCA : *Low Cost Air purifier* [4]. Penelitian ini membahas dan membuktikan keefektifan HEPA filter pada *air purifier* dalam meminimalisir zat polutan di dalam ruangan. Tetapi, pada penelitian ini masih belum menggunakan desain *prototype* yang lebih ergonomis dan tidak dilengkapi dengan fitur lainnya. Contoh lain penelitian seputar *air purifier* adalah perancangan *air purifier* oleh Dinesh Panicker dkk yang didokumentasikan dalam



jurnal *Smart Air purifier with Air Quality Monitoring System* [5]. Pada jurnal ini dijelaskan bahwa peneliti telah berhasil membuat *air purifier* yang sudah dilengkapi dengan mikrokontroler untuk menampilkan nilai kualitas udara pada LCD yaitu berupa nilai *output* dari sensor MQ135. Penelitian lainnya dilakukan oleh Marin Berov Marinov dkk dengan judul *Portable Air purifier with Air Quality Monitoring Sensor* [6]. Pada penelitian tersebut dilakukan perancangan *air purifier* dengan fitur yang sudah cukup lengkap. Tabel 5.9 menampilkan perbandingan riset terkait *air purifier* yang telah dilakukan.

Tabel 5.9 Perbandingan beberapa hasil riset *air purifier*

No	Fitur / Komponen	Sistem yang kami rancang	Zul Fahmi dkk	Dinesh Panicker dkk	Marin Berov Marinov dkk
1	Sistem <i>monitoring</i>	Ada	Tidak ada	Ada	Ada
2	Sistem kontrol	Ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
3	<i>IOT</i>	<i>Monitoring</i> dan kontrol melalui aplikasi android	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
4	Filter	<i>Xiaomi HEPA13 Filter</i>	<i>HEPA filter FY0194</i>	<i>Dust filter</i> dan <i>fine filter</i>	<i>HEPA filter, active carbon filter, dan prefilter</i>

### 5.3.2 Lingkungan

*Air purifier* berdampak positif bagi lingkungan, khususnya lingkungan *indoor* karena dapat membersihkan zat polutan yang umumnya terjebak di dalam ruangan. *Air purifier* dapat meminimalisir masyarakat terserang penyakit pernapasan yang diakibatkan oleh semakin buruknya kualitas udara saat ini. Sehingga, penggunaan *air purifier* adalah hal yang sangat bermanfaat, terutama bagi sebagian orang yang lebih banyak menghabiskan waktu di dalam ruangan.

## BAB 6 : Kesimpulan dan Saran

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan sistem *monitoring* dan kontrol *air purifier* berbasis android yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. *Air purifier* yang telah dirancang berhasil menurunkan kadar PM2.5, PM10 dan CO di dalam ruangan dibuktikan dengan sistem *monitoring* yang menampilkan hasil pembacaan sensor.
2. *Air purifier* yang dirancang terbukti cukup efektif untuk membersihkan ruangan dengan luas 3m x 4m. Rata – rata hasil pengujian menunjukkan bahwa *air purifier* dapat menurunkan kadar PM2.5 dan PM10 sebesar 90% , serta menurunkan kadar CO sebesar 46% dalam waktu 30 menit. Sedangkan uji coba pada ruangan dengan luas 4.5m x 6m selama 1 jam hanya berhasil menurunkan kadar PM2.5 sebesar 54.12%, PM10 sebesar 33.65 % , dan CO sebesar 8.10%. Hal ini menandakan bahwa diperlukan spesifikasi kipas pembersih dan filter yang lebih mumpuni untuk ukuran ruangan yang lebih besar.
3. Pengujian pada ruangan dengan kondisi udara normal dan kondisi *air purifier* tidak aktif menghasilkan hasil pembacaan nilai kualitas udara yang cenderung konstan.
4. Hasil kalibrasi nilai PM2.5 dan PM10 memiliki nilai pembacaan *error* yang cukup rendah, yaitu maksimal sekitar 5%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor sudah cukup akurat dalam melakukan pendeteksian nilai. Sedangkan proses kalibrasi sensor MQ7 sebagai pendeteksi gas CO tidak dapat dilakukan secara maksimal karena keterbatasan ruangan laboratorium yang tidak mengizinkan untuk mensimulasikan ruangan dengan kondisi CO di atas rata-rata.
5. Modul SIM800L menggunakan teknologi *GPRS* dalam pengiriman data ke ThingSpeak. Modul tersebut memerlukan kartu sim untuk dapat beroperasi. Kestabilan fungsi modul tersebut tergantung dari *provider* kartu sim yang digunakan. Dampak dari tidak stabilnya jaringan adalah *delay* ketika pengiriman data atau bahkan tidak bisa mengirimkan data sama sekali.

### 6.2 Saran

Menyadari bahwa sistem yang telah dirancang masih memiliki beberapa kekurangan, berikut terdapat beberapa saran yang dapat membantu dalam pengembangan penelitian selanjutnya.

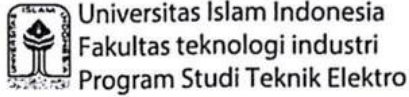
1. Penambahan pintu *casing* pada sisi *air purifier* yang memungkinkan pengguna untuk mengganti filter sekaligus pembuatan notifikasi sistem yang dapat memberi tahu waktu penggantian filter.
2. Proses kalibrasi dilakukan di tempat dan dengan alat yang sesuai standar.
3. Menggunakan sensor yang memiliki kemampuan pembacaan yang lebih baik.
4. Penambahan fitur koneksi *wifi* untukantisipasi jika kuota pada modul sim telah habis.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Cholianawati, "Partikulat Halus (PM<sub>2.5</sub>) dan Dampaknya Terhadap Kesehatan Manusia (*Fine Particulate (PM<sub>2.5</sub>) and It's Impact on Human Health*)," *Ber. Dirgant.*, vol. 20, no. 1, Art. no. 1, Sep. 2019.
- [2] N. A. H. Janssen, P. Fischer, M. Marra, C. Ameling, and F. R. Cassee, "Short-Term Effects of *Pm<sub>2.5</sub>, Pm<sub>10</sub> and Pm<sub>2.5-10</sub> on Daily Mortality in the Netherlands*," *Sci. Total Environ.*, vol. 463–464, pp. 20–26, Okt. 2013.
- [3] V. V. Tran, D. Park, and Y.-C. Lee, "Indoor Air Pollution, Related Human Diseases, and Recent Trends in the Control and Improvement of Indoor Air Quality," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 17, no. 8, p. E2927, Apr. 2020.
- [4] Z. Fahmi and M. Dwiky, "LOCA : Low Cost Air Purifier," *Dspace UII Arch. - Libr. Univ. Islam Indones.*, Jul. 2021, Diakses: Feb. 21, 2022. [Online]. Tersedia di: <https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/33724>
- [5] D. Panicker, "Smart Air Purifier with Air Quality Monitoring System," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 8, no. 5, pp. 1511–1515, Mei 2020.
- [6] M. B. Marinov, D. I. Iliev, T. S. Djamiykov, I. V. Rachev, and K. K. Asparuhova, "Portable Air Purifier with Air Quality Monitoring Sensor," in *2019 IEEE XXVIII International Scientific Conference Electronics (ET)*, pp. 1–4, Sep. 2019.
- [7] K. Amiroh, H. Widiantara, and O. A. Permata, "Analisis Kelayakan Desain Air Purifier pada Ruangan Tertutup Berbasis *Internet of Things*," *InComTech J. Telekomun. Dan Komput.*, vol. 12, no. 1, p. 22, Apr. 2022.
- [8] H. Indonesia, "CADR and Filter Grades Explained," Jul. 2021, Diakses: Juni 1, 2021. [Online]. Tersedia di: <https://www.higienis.com/blog/cadr-and-filter-grades-explained/>.
- [9] BMKG, "Informasi Konsentrasi Partikulat (PM<sub>2.5</sub>)," 2022, Diakses: Mei 11, 2022. [Online]. Tersedia di: <https://www.bmkg.go.id/kualitas-udara/informasi-partikulat-pm25.bmkg>.
- [10] *Gas Sparer*, "What To Do If Your Carbon Monoxide Alarm Sounds," Apr. 2019, Diakses: Mei 31, 2022. [Online]. Tersedia di: <https://abgoheatingspares.home.blog/2019/04/17/what-to-do-if-your-carbon-monoxide-alarm-sounds/>.
- [11] O. US EPA, "What is the average level of carbon monoxide in homes?," Feb. 2019, Diakses: Mei 17, 2022. [Online]. Tersedia di: <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/what-average-level-carbon-monoxide-homes>.
- [12] M. F. Miftahudin and I. N. Rifa'i, "Sistem Peringatan Bagi Pendaki Gunung Terhadap Bahaya Tersesat, Hipotermia dan Gas Karbon Monoksida," 2015, Diakses: Mei 31, 2022. [Online]. Tersedia di: [ugm.ac.id/penelitian/detail/89402](http://ugm.ac.id/penelitian/detail/89402).

## LAMPIRAN – LAMPIRAN

- Lembar saran/komentar dari dosen penguji internal



---

PERBAIKAN TUGAS AKHIR YANG DISARANKAN

PADA WAKTU UJIAN TUGAS AKHIR

Tanggal Ujian: 17 Juni 2022

---

Dosen Penguji

Nama : Dr. Hasbi Nur Prasetyo W., S.T., M.T.

---


Kelompok yang diuji

Kelompok : A1

Judul : Perancangan Sistem Monitoring dan Kontrol Air Purifier Berbasis  
Android

---

Saran/Komentar :

1. Perbaiki penulisan  sesuai EYD
2. Penyajian data dalam bentuk kurva/grafik
3. Perbaiki daftar pustaka, sesuai kaidah : penulis, judul, penerbit, tahun terbit

الابتدائي

- Lembar saran/komentar dari dosen penguji eksternal

PERBAIKAN TUGAS AKHIR YANG DISARANKAN  
PADA WAKTU UJIAN TUGAS AKHIR  
Tanggal Ujian: Jumat, 17 Juni 2022

---

Dosen Penguji

Nama : Ir. Eko Sutrisno, S.T., M.Cs., IPU.

---

Kelompok yang diuji

Kelompok : A1

Judul : Perancangan Sistem Monitoring dan Kontrol Air Purifier Berbasis  
Android

---

Saran/Komentar :

1. Perlu dikembangkan untuk deteksi apakah alat dalam kondisi ON / OFF (mali listrik)
2. Penggantian filter dan alarm kapan saatnya filter diganti
3. Tambahkan modul Wifi untuk menghemat biaya paket data

- *Logbook Kegiatan Selama Proses Tugas Akhir 2 Mochammad Rizky*

Hari, Tanggal	Deskripsi Kegiatan
Senin, 7 Maret 2022	Studi literatur mengenai prinsip kerja modul gsm SIM800L dan penggunaan Kodular untuk desain aplikasi android.
Kamis, 10 Maret 2022	Bimbingan dengan dosen pembimbing 1 di laboratorium komputer gedung selatan FTI.
Jumat, 11 Maret 2022	Melakukan pembelian komponen dan memastikan bahwa semua komponen telah terbeli.
Minggu, 13 Maret 2022	Menyusun rangkaian elektronik <i>timer</i> agar sistem <i>air purifier</i> dapat diatur untuk bekerja pada waktu tertentu saja
Selasa, 15 Maret 2022	Mulai merangkai komponen elektronik di laboratorium komputer gedung selatan FTI.
Rabu, 16 Maret 2022	Melanjutkan proses perangkaian komponen elektronik.
Kamis, 17 Maret 2022	Melanjutkan proses perangkaian komponen elektronik.
Jumat, 18 Maret 2022	Melanjutkan proses perangkaian komponen elektronik.
Senin, 21 Maret 2022	Kalibrasi sensor MQ7 pengukur kadar karbon monoksida menggunakan <i>carbon monoxide meter</i> testo 315-3 dan KM 410 di laboratorium kualitas lingkungan FTSP.
Selasa, 22 Maret 2022	Kalibrasi sensor MQ7 pengukur kadar karbon monoksida menggunakan <i>carbon monoxide meter</i> testo 315-3 dan KM 410 di laboratorium kualitas lingkungan FTSP.
Kamis, 24 Maret 2022	Kalibrasi sensor PMS5003 pengukur kadar PM2.5 dan PM10 menggunakan alat ukur standar <i>PM index</i> di laboratorium komputer gedung selatan FTI.
Jumat, 25 Maret 2022	Evaluasi segala kegiatan yang telah dilakukan untuk mengecek <i>error</i> atau kesalahan yang mungkin terjadi pada rangkaian sistem elektronik.
Rabu, 30 Maret 2022	Membuat rangkaian <i>IOT</i> dengan modul SIM800L dan sensor suhu dan kelembapan untuk uji coba sederhana
Kamis, 31 Maret 2022	Melanjutkan Membuat rangkaian <i>IOT</i> .
Senin, 4 April 2022	Mendesain <i>interface</i> untuk aplikasi android menggunakan web Kodular.
Rabu, 6 April 2022	Mempelajari prinsip kerja modul SIM800L lebih lanjut.
Kamis, 7 April 2022	Mempelajari prinsip kerja modul SIM800L lebih lanjut dan mulai mengerjakan TRP201.
Jumat, 8 April 2022	Membuat desain <i>casing</i> dari <i>air purifier</i> menggunakan aplikasi SOLIDWORKS.
Kamis, 14 April 2022	Mencoba menggunakan modul motor L298N sebagai pengganti MOSFET untuk mengatur kecepatan kipas. Hal ini dilakukan karena terjadi error pada sistem <i>monitoring</i> ketika digabung dengan MOSFET.
Selasa, 19 April 2022	Mempelajari sekaligus mencetak desain <i>casing</i> dari <i>air purifier</i> dengan 3D printer di laboratorium komputer gedung selatan FTI. Selain itu, dilakukan juga uji coba pembacaan data sensor dan mengirimkannya ke web ThingSpeak.

Rabu, 20 April 2022	Melanjutkan desain <i>interface</i> untuk aplikasi android dan desain <i>casing</i> dari <i>air purifier</i> .
Kamis, 21 April 2022	Bimbingan dengan dosen pembimbing 1 di LS2 gedung utara FTI.
Jumat, 22 April 2022	Mengerjakan TRP201.

Hari, Tanggal	Deskripsi Kegiatan
Senin, 25 April 2022	Kalibrasi sensor PMS5003 pengukur kadar PM2.5 dan PM10 menggunakan alat ukur standar <i>PM index</i> di laboratorium komputer gedung selatan FTI.
Kamis, 5 Mei 2022	Menyusun ulang rangkaian elektronik.
Sabtu, 7 Mei 2022	Melakukan pengambilan data kualitas udara dan ditampilkan pada sistem <i>monitoring</i> .
Minggu, 8 Mei 2022	Melakukan pengambilan data kualitas udara dan ditampilkan pada sistem <i>monitoring</i> .
Senin, 9 Mei 2022	Melakukan pengambilan data kualitas udara dan ditampilkan pada sistem <i>monitoring</i> .
Selasa, 10 Mei 2022	-Melakukan pengambilan data kualitas udara dan ditampilkan pada sistem <i>monitoring</i> . - Mengerjakan TRP202.
Rabu, 11 Mei 2022	-Kalibrasi sensor PMS5003 pengukur kadar PM2.5 dan PM10 menggunakan alat ukur standar <i>PM index</i> di laboratorium komputer gedung selatan FTI. -Mengerjakan TRP202.

- *Logbook* Kegiatan Selama Proses Tugas Akhir 2 Zananta Aqli

Hari, Tanggal	Deskripsi Kegiatan
Senin, 2 Februari - 7 Maret 2022	Melakukan perancangan <i>hardware</i> dan kode program (Arduino, sensor PM, sensor CO dan LCD1)
Selasa, 8 – 10 Maret 2022	Menguji sensor dengan memberikan polusi pada ruangan dan mengumpulkan data-data nilai sensor PM dan CO
Jumat, 11 Maret 2022	Memperbaiki komponen dan kode program agar dapat menampilkan nilai sensor pada LCD dengan baik
Rabu, 13 Maret 2022	Perbaiki <i>error</i> pada kode program untuk sensor-sensor, menghubungkan komponen sensor dengan kipas yang akan digunakan, juga menguji rpm kipas
Kamis, 17 Maret 2022	Kelas <i>capstone</i> (bimbingan dengan dosen pembimbing)
Selasa, 22 Maret 2022	Melakukan kalibrasi sensor CO
Kamis, 24 Maret 2022	Mempelajari lebih lanjut untuk pengiriman data ke <i>cloud</i> seperti Firebase dan ThingSpeak

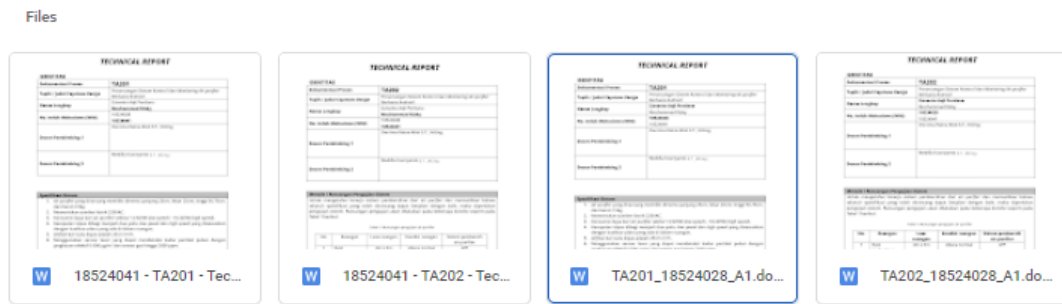
Jumat, 25 Maret 2022	Mempelajari lebih lanjut untuk pembuatan aplikasi android (MIT App Inventor dan Kodular)
Rabu, 30 Maret 2022	Kalibrasi sensor PM, merancang <i>hardware</i> dan kode program untuk rangkaian <i>timer</i> dan terhubung dengan LCD
Jumat, 1 April	Memperbaiki kode-kode program untuk <i>timer</i> dan terhubung ke LCD dengan baik
Selasa, 5 April 2022	Mempelajari prinsip kerja dari modul SIM800L
Kamis, 7 April 2022	Mencoba mengirim data sederhana ke ThingSpeak menggunakan modul SIM800L
Jumat, 8 April 2022	Merancang <i>hardware</i> dan program untuk mengatur kecepatan kipas berdasarkan nilai sensor menggunakan modul <i>driver</i> motor 1298N dan Mulai mengerjakan <i>technical report</i> 201
Sabtu, 16 April 2022	Mempelajari program untuk membuat sistem kontrol ( <i>ON/OFF</i> dan <i>timer</i> ) pada <i>hardware</i>
Selasa, 19 April 2022	Membuat dan mendiskusikan revisi desain pada bagian atas <i>casing</i> dan mempelajari penggunaan 3D <i>printer</i> di Lab UII dengan mentor
Rabu, 20 April 2022	Melakukan 3D <i>print</i> pada bagian atas <i>casing</i> untuk <i>air purifier</i>
Kamis, 21 April	Kelas <i>capstone</i> (bimbingan dengan dosen pembimbing) dan <i>review technical report</i> 201
Jumat, 22 April 2022	Membuat tampilan awal untuk aplikasi android menggunakan Kodular, revisi <i>technical report</i> 201

<b>Hari, Tanggal</b>	<b>Deskripsi Kegiatan</b>
Senin, 25 April 2022	Kalibrasi sensor PM dengan alat ukur <i>Air Quality Indikator</i> di lab komputer gedung selatan FTI
Kamis, 28 April 2022	Merancang aplikasi android (Kodular)
Sabtu, 30 April 2022	Merancang aplikasi android (Kodular)
Kamis, 5 Mei 2022	Merangkai ulang rangkaian elektronik (memperbaiki <i>kabel jumper</i> yang tidak berfungsi normal)
Sabtu, 7 Mei 2022	Merancang aplikasi android (Kodular)
Rabu, 11 Mei 2022	Kalibrasi ulang sensor PM membandingkan dengan alat ukur standar <i>Air Quality Indikator</i> di lab gedung selatan FTI, memperbaiki kode program untuk pengiriman data ke ThingSpeak, mengerjakan TRP202
Kamis, 12 Mei 2022	Kelas <i>capstone</i> (bimbingan dengan dosen pembimbing)
Jumat, 13 Mei 2022	Pengambilan data hasil pembacaan sensor untuk dianalisis
Minggu, 15 Mei 2022	Mempelajari desain 3D untuk memperbaiki <i>casing</i> yang sebelumnya gagal
Senin, 16 Mei 2022	Kalibrasi ulang sensor PM, memperbaiki desain 3D <i>casing</i> dan mencetak ulang <i>casing</i> , memperbaiki rancangan aplikasi android (Kodular), mengerjakan TRP202

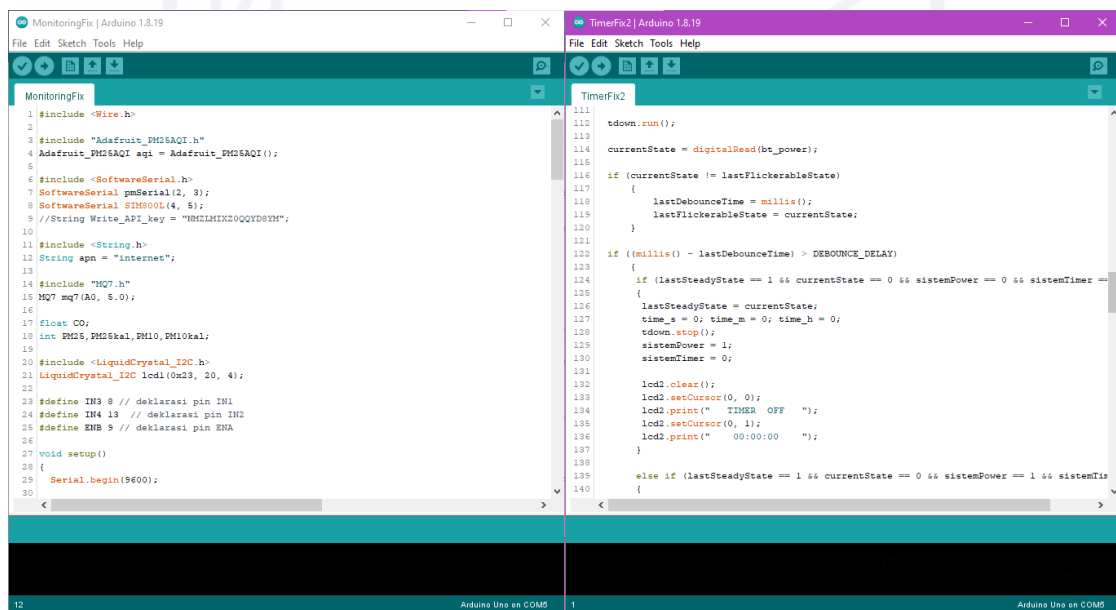


- Dokumen TA201 dan TA202

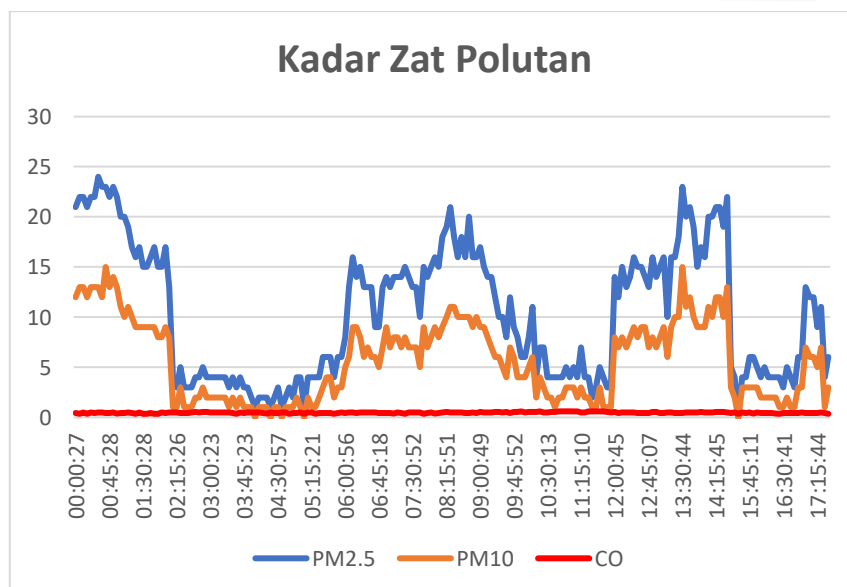
My Drive > Capstone > TA2 >



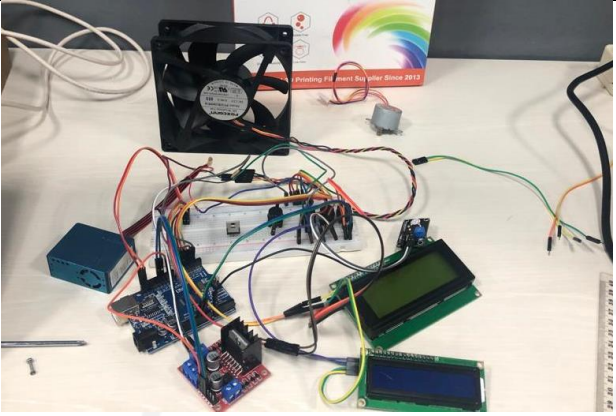
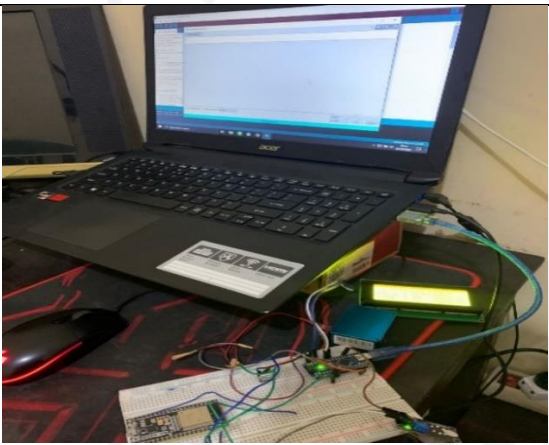

- Proses pemrograman pada Arduino IDE

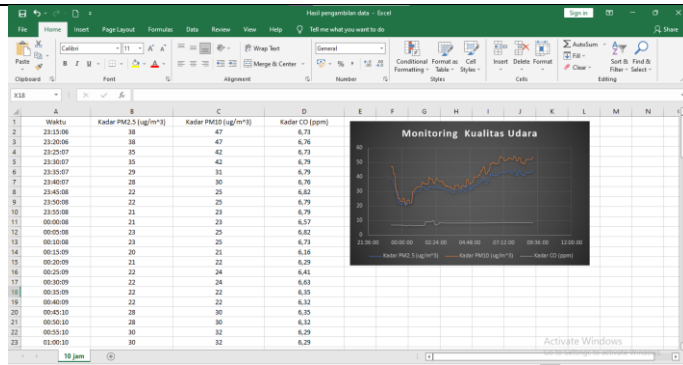


- Hasil monitoring zat polutan selama 17 jam dengan kondisi air purifier ON

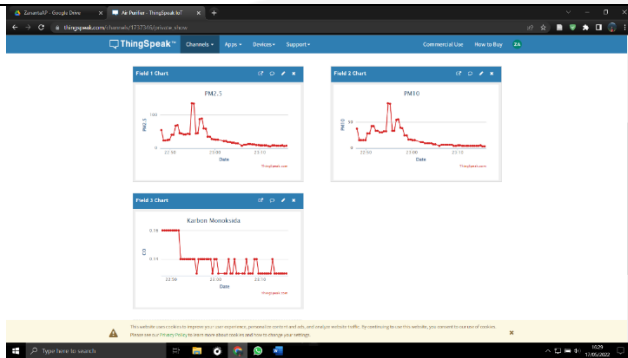


- Dokumentasi proses pengerjaan

Gambar	Keterangan
	<p>Perancangan rangkaian elektronik</p>
	<p>Proses pengambilan data nilai PM dan CO oleh sensor</p>
	<p>Kalibrasi sensor PM, sensor CO berdasarkan nilai dari <i>air quality meter</i> dan <i>CO meter</i></p>



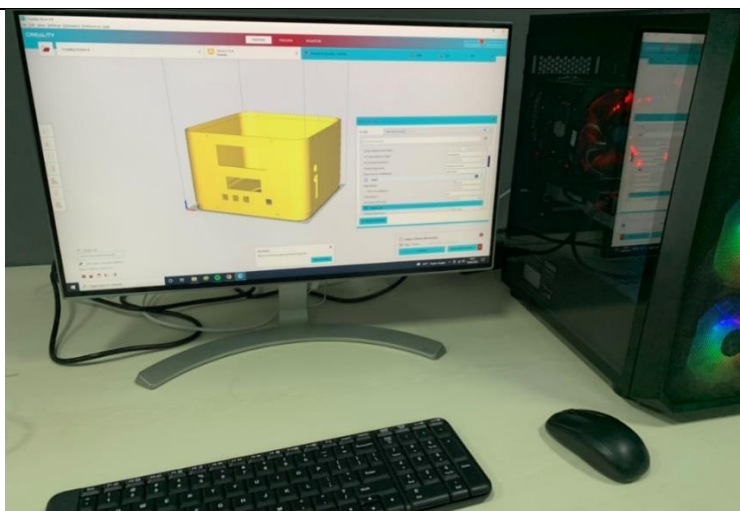
Hasil pengumpulan data sensor



Hasil pengiriman data pembacaan sensor ke web ThingSpeak

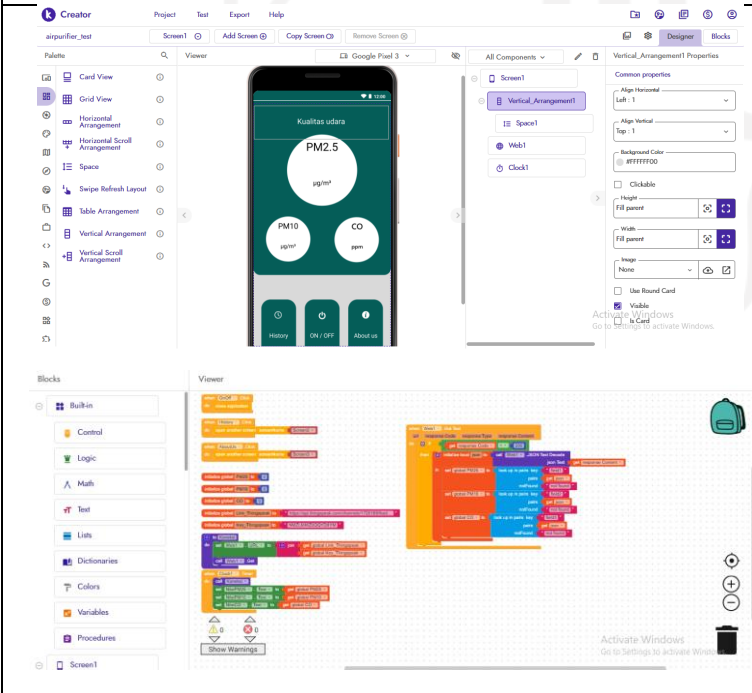
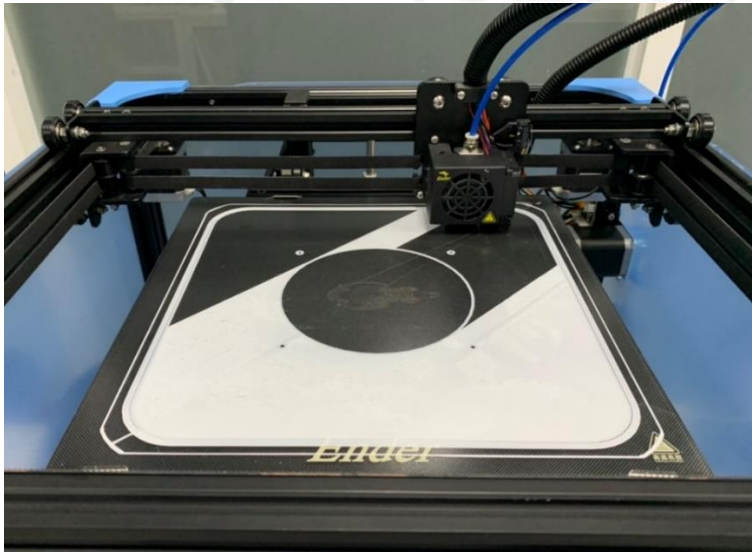
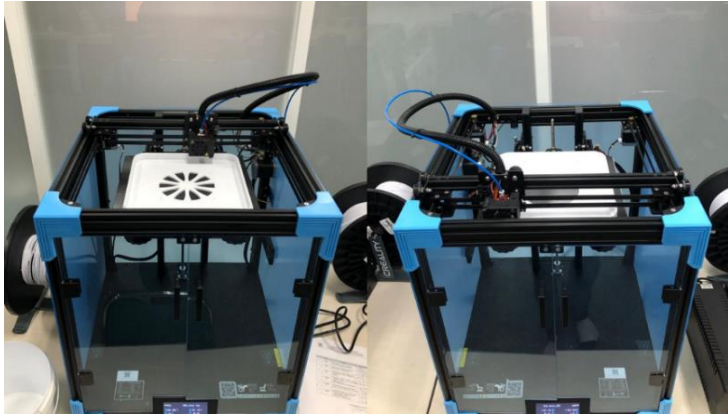


Menguji rpm pada kipas



Proses desain 3D casing sebelum dicetak

Mencetak *casing* dengan 3D printer



Proses desain aplikasi android



*Air purifier hasil perancangan*

▪ Dokumentasi keuangan

No	Jenis Pengeluaran	Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga
1	Arduino Uno	1 pcs	Rp. 135.000,-
2	Arduino Nano	1 pcs	Rp. 115.000,-
3	Modul SIM800L + Kartu SIM Telkomsel dengan kuota data	2 pcs	Rp. 160.000,-
4	PMS5003	1 pcs	Rp. 339.484,-
5	MQ7	1 pcs	Rp. 20.000,-
6	LCD 16x2	1 pcs	Rp. 23.000,-
7	LCD 20x4	1 pcs	Rp. 70.000,-
8	Adaptor 12V DC	1 pcs	Rp. 25.000,-
9	MOSFET	-	-
10	Modul Motor Driver L298N	1 pcs	Rp. 25.000,-
11	Buck Converter	2 pcs	Rp. 23.000,-
12	Xiomi HEPA Filter	1 pcs	Rp. 399.000,-
13	Kipas 12V DC	1 pcs	Rp. 80.000,-

	(12cm x 12cm)		
14	Relay	1 pcs	Rp. 6.100,-
15	Papan PCB	3 pcs	Rp. 19.500,-
16	Push button	4 pcs	Rp. 2.400,-
17	Kabel jumper male to male	40 pcs	Rp. 11.500,-
18	Kabel jumper male to female	40 pcs	Rp. 11.500,-
19	Casing 3D print	1 pcs	Rp. 1.800.000,-
Total			Rp. 3.265.484,-

