

PROTOTYPE ALAT MONITORING KUALITAS UDARA DI RUANG OPERASI YANG TERINTEGRASI BERBASIS IoT

Tesis S-2
Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Magister Teknik
Program Studi Magister Teknik Elektro



Diajukan Oleh
Akhmad Mutohar
MTE20601700003

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

PROTOTYPE ALAT MONITORING KUALITAS UDARA DI RUANG OPERASI YANG TERINTEGRASI BERBASIS IoT

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

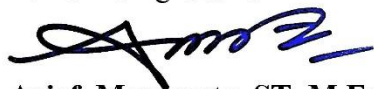
Akhmad Mutohar
MTE 20601700003

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada tanggal : 05 Juni 2021

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama



Arief Marwanto, ST, M.Eng, Ph.D
NIDN. 0628097501

Ketua Penguji



Dr. Ir.H. Muhammad Haddin, MT
NIDN. 0618066301

Pembimbing Pendamping



Ir. Suryani Alifah, MT, Ph.D
NIDN. 0625036901

Penguji 1



Dr. Hj. Sri Arttini Dwi P, M.Si
NIDN. 0620026501

Penguji 2



Dr. Ir. Hj. Novi Marlyana, ST, MT
NIDN. 0015117601

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar

Megister Teknik

Tanggal, 05 Juni 2021

Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro



Arief Marwanto, ST, M.Eng, Ph.D
NIDN. 0628097501

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Akhmad Mutohar

NIM : MTE20601700003

Program studi : Magister Teknik Elektro

Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini saya menyatakan Tesis yang diajukan kepada Program Studi Magister Teknik Elektro dengan judul :

“ Prototype Alat Monitoring Kualitas Udara

Di Ruang Operasi Yang Terintegrasi Berbasis IoT “

Adalah hasil karya sendiri, judul tersebut belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar Strata II pada Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) ataupun pada Universitas lain serta belum pernah ditulis maupun diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis diacu dan dirujuk dalam daftar pustaka. Tesis ini adalah milik saya, segala bentuk kesalahan dan kekeliruan dalam Tesis ini adalah tanggung jawab saya

Semarang. 2021

Yang menyatakan,



Akhmad Mutohar

MTE20601700003

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirrahim

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarakatuh.

Segala Puji dan syukur patut kita haturkan kepada zat yang paling sempurna Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena dengan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis yang berbentuk tesis ini sesuai dengan waktu yang di rencanakan.

Sholawat dan salam senantiasa tidak lupa tercurahkan kepada Nabi Agung Muhammad Shallallahu'alaihi Wa Salam beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya.

Penyusunan tesis ini adalah merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang Program Paska Sarjana. Dalam penulisan tesis ini, tentu banyak pihak yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materil. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Bapak Drs. H. Bedjo Santoso MT., Ph.D., selaku Rektor Universitas Sultan Agung Semarang
2. Dr. Novi Mariyana, ST, MT., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Sultan Agung Semarang beserta para dosen dan seluruh karyawan / staf Fakultas Teknologi Industri Universitas Sultan Agung Semarang atas bantuan yang diberikan selama penulis mengikuti studi.
3. Bapak Arief Marwanto, ST., M.Eng., Ph.D., selaku pembimbing I dan Ibu Ir. Suryani Alifah, MT., PhD., selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, nasehat dan arahan kepada penulis.
4. Secara khusus penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada Istri, dan Anak-anakku yang telah memberikan dukungan sehingga dapat menyelesaikan studi dengan baik.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan dan hambatan yang dijumpai. Sehingga saran dan kritik yang bersifat konstruktif dan membangun dari semua pihak sangatlah diharapkan demi penyempurnaan selanjutnya.

Akhirnya hanya kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala kita kembalikan semua urusan dan semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, khususnya bagi penulis dan para pembaca pada umumnya, semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala

meridhoi dan mencatat sebagai amal ibadah, Aamiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Semarang, 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
ABSTRAK.....	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kontribusi Tesis	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	4
1.7 Keaslian Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	8
2.1 Tinjauan Pustaka	8
2.2. Landasan Teori	11
2.2.1 Sensor BME 280 GY	11
2.2.2 Sensor Sharp GP2Y1010AUOF	11
2.2.3 WeMos D1	12
2.2.4 Sensor tekanan udara D6F-PH0505AD3.....	13
2.2.5 Internet of Things (IoT)	14
2.2.6 Cloud	14
2.2.7 ThingSpeak	15
2.2.8 Smart Phone	15
BAB III METODE PENELITIAN.....	17

3.1 Model	17
3.2 Alat dan Bahan	20
3.3 Perancangan Prototype.....	20
3.3.1 Spesifikasi Model Ruang Operasi	20
3.3.2 Perancangan Hardware	21
3.3.3 Perancangan Software.....	23
3.4 Kalibrasi	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Pengujian Prototype	27
4.1.1 Pengujian Catu Daya	28
4.1.2 Pengujian Board WeMos D1	29
4.1.3 Pengujian Rangkaian LCD	30
4.1.4 Pengujian Sensor BME280GY.....	30
4.1.5 Pengujian Sensor Omron D6F-PH0505AD3	34
4.1.6 Pengujian Sensor Sharp GP2Y1010AUOF.....	36
4.1.7 Hasil Pengukuran Sistem Keseluruhan	38
4.2 Programable dan Uji Coba	39
4.2.1 Program Aplikasi ThingSpeak Berbasis IoT	39
4.2.2 Monitoring Debu	39
4.2.3 Monitoring Suhu	40
4.2.4 Monitoring Kelembaban	41
4.2.5 Monitoring Tekanan Udara	42
4.2.6 Monitoring Keseluruhan Sistem	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45

DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sensor BME280 GY.....	11
Gambar 2.2 Sensor Sharp GP2Y1010AUOF.....	12
Gambar 2.3 Board WeMos D1.....	13
Gambar 2.4 Sensor Omron D6F PH0505AD3.....	14
Gambar 3.1 Model Prototype	17
Gambar 3.2 Model Penelitian	17
Gambar 3.3 Model Ruang Operasi.....	21
Gambar 3.4 Diagram Blok Sistem Hardware	22
Gambar 3.5 Rancangan Board Connection	23
Gambar 3.6 Diagram Alir Program	25
Gambar 4.1 Pengujian Catu Daya 5 V.....	28
Gambar 4.2 Pengujian Board WeMos D1 R1.....	29
Gambar 4.3 Pengujian Fungsi LCD	30
Gambar 4.4 Grafik Pengujian Suhu	31
Gambar 4.5 Grafik Pengujian Kelembaban	33
Gambar 4.6 Grafik Pengujian Tekanan Udara	35
Gambar 4.7 Grafik Pengujian Kepadatan Debu	37
Gambar 4.8 Grafik Pengujian Keseluruhan Sensor	38
Gambar 4.9 Grafik Pembacaan Sensor Debu	39
Gambar 4.10 Data Pembacaan Sensor Debu	40
Gambar 4.11 Grafik Pembacaan Sensor Suhu	40
Gambar 4.12 Data Pembacaan Sensor Suhu	41
Gambar 4.13 Grafik Pembacaan Sensor Kelembaban	41
Gambar 4.14 Data Pembacaan Sensor Kelembaban	42
Gambar 4.15 Grafik Pembacaan Sensor Tekanan Udara	42
Gambar 4.16 Data Pembacaan Sensor Tekanan Udara	43
Gambar 4.17 Grafik Pembacaan Keseluruhan Sensor	43

Gambar 4.18 Data Pembacaan Keseluruhan Sensor	44
---	----

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pengujian Catu Daya 5V	28
Tabel 4.2 Pengujian Pengukuran Suhu Sensor BME280 GY.....	30
Tabel 4.3 Pungujian Pengukuran Kelembaban Sensor BME280 GY	32
Tabel 4.4 Pungujian Sensor D6F-PH0505AD3	34
Tabel 4.5 Pungujian Sensor GP2Y1010AUOF.....	36
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Keseluruhan Sensor	38

ABSTRAK

Pada rumah sakit sering terjadi permasalahan pada monitoring kualitas udara di ruang operasi yang belum bisa dilakukan secara kontinyu dan jarak jauh. Hal tersebut disebabkan karena peralatan yang digunakan untuk mengetahui suhu, kelembaban, kebersihan dan tekanan udara masih belum terintegrasi dengan sistem secara online. Akibatnya harus dipantau secara terpisah hal ini menjadi tidak efisien dari sisi waktu, fungsi dan ekonomi. Untuk itu diperlukan sebuah inovasi baru untuk meningkatkan kehandalan dan performa masing-masing komponen dalam sebuah model monitoring terintegrasi dengan jaringan internet.

Penelitian ini menghasilkan sebuah alat yang mampu memonitor kualitas udara di ruang operasi secara terintegrasi berbasis Internet of Things. Semua sensor digabungkan dan dikendalikan dalam satu mikrokontroler, output dari hasil integrasi dibagi menjadi dua yaitu display dan cloud berbasis IoT. Aplikasi Thingspeak menampilkan hasil pengukuran dan analisis yang menunjukkan performa semua komponen yang terintegrasi berfungsi dengan baik.

Pengukuran suhu penyimpangan rata rata 1.19% akurasi 98.81%, pengukuran kelembaban penyimpangan rata rata 0.74% akurasi 99.26%, pengukuran tekanan udara penyimpangan rata rata 0.75% akurasi 99.25%, pengukuran kepekatan debu pada nilai nol ($0 \mu\text{g}/\text{m}^3$) standar tegangan outputnya $\leq 0.6 \text{ V}$ hasil pengukuran 0.34 V.

Kata kunci : ruang operasi, pemantauan terintegrasi, IoT, aplikasi thingspeak

ABSTRACT

In hospitals, there are often problems with monitoring air quality in the operating room which cannot be done continuously and remotely. This is because the equipment used to determine temperature, humidity, cleanliness and air pressure is still not integrated with the online system. As a result, it must be monitored separately this becomes inefficient in terms of time, function and economy. For this reason, a new innovation is needed to improve the reliability and performance of each component in an integrated monitoring model with the internet network.

This research produces a tool that is able to monitor air quality in the operating room in an integrated manner based on the Internet of Things. All sensors are combined and controlled in one microcontroller, the output from the integration is divided into two, namely displays and IoT-based clouds. The Thingspeak application displays measurement and analysis results that show the performance of all integrated components functioning properly.

Temperature measurement deviation average 1.19% accuracy 98.81%, humidity measurement average deviation 0.74% accuracy 99.26%, air pressure measurement average deviation 0.75% accuracy 99.25%, dust density measurement at zero value ($0 \text{ g}/\text{m}^3$) standard output voltage $\leq 0.6 \text{ V}$ measurement result 0.34 V.

Keywords: operating room, integrated monitoring, IoT, thingspeak application

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ruang operasi adalah ruangan khusus di rumah sakit yang berfungsi sebagai tempat melakukan tindakan pembedahan secara elektif maupun akut, yang membutuhkan kondisi steril dan kondisi khusus lainnya. Untuk mengurangi resiko penularan penyakit di ruang operasi yang disebabkan oleh mikroorganisme yang berada di udara maka diperlukan sistem tata udara yang meliputi *heating, ventilation and air conditioning/HVAC* yang bertujuan untuk menghasilkan kualitas udara yang baik[1]. Kualitas udara di ruang operasi ditentukan oleh beberapa parameter yaitu : temperatur $20^{\circ}\text{C} \sim 24^{\circ}\text{C}$ untuk kenyamanan, kelembaban relatif (RH) $50\% \sim 60\%$ untuk mencegah perkembangan mikroorganisme, filtrasi udara menggunakan HEPA Filter, tekanan udara positif $10 \text{ Pa} \sim 15 \text{ Pa}$ agar udara luar tidak bisa masuk ke area kamar bedah [2] dan kebersihan udara di ruangan rumah sakit maksimal partikel debu diameter 10μ adalah $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ [3].

Permasalahan yang sering timbul di rumah sakit adalah kondisi kualitas udara di ruang operasi tidak terpantau dengan teratur dan pemantauan hanya bisa dilakukan dilokasi. Akibat yang bisa ditimbulkan apabila kualitas udara ruang operasi tidak terpantau dengan baik adalah kerusakan pada instalasi tata udara tidak segera terdeteksi sehingga area yang seharusnya steril justru akan terjadi pencemaran udara yang berasal dari benda mati seperti: debu, gas, asap,uap dan ada pula yang berasal dari mikroorganisme seperti : virus, jamur[4], bakteri bacillus sp dan gram positif batang, gram positif coccus dan gram negatif batang, acinetobacter s, gram positif coccus, dan gram negatif batang[5]. Semua pencemaran tersebut bisa menjadi sebab terjadinya infeksi nosokomial yakni infeksi yang dialami oleh pasien selama dirawat di rumah sakit dan menunjukkan gejala infeksi baru setelah 72 jam pasien berada di rumah sakit. Sistem

monitoring kualitas udara ruang operasi tersebut pada umumnya masih bersifat manual, dilakukan secara singkat tidak melakukan pemantauan secara kontinyu dan belum terintegrasi dalam satu sistem yang bisa memantau secara bersamaan sekaligus menyimpan data. Sistem ini mempunyai beberapa kelemahan sehingga perlu dilakukan inovasi baru untuk membuat alat monitoring ruang operasi yang lebih baik.

Dengan latar belakang hal inilah maka dilakukan penelitian untuk mendesain sebuah prototipe sistem monitoring tekanan udara, kelembaban, temperatur dan kebersihan udara di dalam ruang operasi. Seiring dengan perkembangan teknologi informasi yang berkembang pesat maka dirancang sebuah prototype alat monitoring kualitas udara di ruang operasi yang berbasis Internet Of Things (IoT). Alat pemantauan ini dirancang bisa dioperasikan secara on line dan bekerja kontinyu selama 24 jam serta dilengkapi sistem peringatan dini atau *early warning system (EWS)* sehingga apabila ada pembacaan nilai parameter yang tidak memenuhi standar baik kurang ataupun lebih maka akan muncul peringatan dini berupa alarm. Sistem yang dirancang menggunakan aplikasi IoT Thingspeak yang bersifat opensource atau gratis sehingga tidak memerlukan biaya dalam pemanfaatannya hanya pengguna perlu melakukan pendaftaran awal saja. Aplikasi ini juga menyediakan tempat yang cukup besar untuk penyimpanan data pembacaan alat serta data bisa diunduh dalam berbagai format sesuai dengan kebutuhan dan bisa diakses dimanapun dan kapanpun selama komputer atau gadget terhubung internet. Proses komunikasi data menggunakan jaringan wifi untuk koneksi internetnya dengan harapan akan terjamin kestabilan pengiriman data ke cloud server dan bisa memanfaatkan jaringan wifi yang sudah tersedia di rumah sakit.

Dengan dibuatnya sistem pemantauan kondisi udara ruang operasi di rumah sakit secara online ini diharapkan petugas teknik dapat terus memantau kondisi tata udara di ruang operasi dari jarak jauh secara nirkabel, realtime tanpa harus ke lokasi sehingga tidak perlu direpotkan untuk menggunakan pakaian khusus steril. Bahkan sistem yang dirancang

ini bisa di aplikasikan pada ruangan yang membutuhkan pengkondisian tata udara secara khusus seperti ruang isolasi penyakit menular dimana tekanan udara yang dibutuhkan adalah tekanan negatif, maka digunakan jenis komponen yang mampu membaca tekanan udara differensial positif dan negatif, sehingga alat pemantauan kondisi udara ruangan ini mempunyai nilai kemanfaatan yang tinggi.

1.2. Kontribusi Tesis

- a. Monitoring kondisi ruang operasi di rumah sakit dilakukan secara online berbasis platform Internet of Things (IoT) menggunakan program open source Thingspeak sehingga bisa dilakukan dimanapun selama komputer, laptop atau gadget terhubung jaringan internet, hal bermanfaat ketika melakukan pemantauan kondisi udara tidak harus masuk ke ruang operasi.karena ada prosedur khusus ketika masuk kamar operasi seperti harus memakai pakaian steril.
- b. Kondisi temperatur, kelembaban, kebersihan udara dan tekanan udara bisa dipantau secara realtime kemudian hasil pembacaan sensor bisa ditampilkan dalam bentuk grafik ataupun dalam bentuk angka yang bisa di download sesuai jangka waktu yang diinginkan karena hasil pembacaan tersimpan dalam cloud server.
- c. Dengan adanya sistem monitoring ruang operasi secara online diharapkan kondisinya akan selalu terpantau secara kontinyu dan realtime sehingga ketika ada kerusakan sistem tata udara di ruang operasi akan cepat terdeteksi.

1.3. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang didapat dari latar belakang adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana merancang sebuah monitoring kualitas udara di dalam ruang operasi yang dapat bekerja secara terintegrasi, kontinyu, realtime, bisa diakses kapanpun tanpa harus ke ruang operasi ?

- b. Bagaimana menyajikan informasi hasil monitoring kondisi udara ruang operasi agar mudah dipahami oleh siapapun yang membaca serta data base yang bisa di unduh ?
- c. Bagaimana merancang prototype alat monitoring kualitas udara ruang operasi yang dilengkapi dengan sistem peringatan dini (*Early Warning System/EWS*)?

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai adalah :

- a. Menghasilkan sistem monitoring kualitas udara di ruang operasi berbasis internet of things (IoT) yang akurat dan realtime untuk pemantauan tekanan udara, kelembaban, suhu dan kebersihan udara.
- b. Membuat sistem monitoring ruang operasi yang mampu menampilkan informasi kondisi nilai parameter yang diukur baik secara grafik maupun angka kemudian data tersebut bisa diunduh kembali di webserver thingspeak, melalui sistem komunikasi data dengan menggunakan jaringan wifi yang disediakan oleh router.

1.5. Batasan Penelitian

Berikut batasan-batasan yang dilakukan terhadap penelitian ini :

- a. Pengujian dilakukan menggunakan miniatur ruang operasi untuk mengetahui kinerja dari sensor tekanan udara Omron D6F-PH0505AD3, sensor kelembaban dan temperatur udara BME280 GY digital sensor SPI 12C dan sensor debu dust sensor SHARP GP2Y1010AUOF.
- b. Tidak dilakukan pembahasan sistem kendali untuk mengontrol suhu, kelembaban dan tekanan udara didalam ruang operasi.
- c. Tidak dilakukan pengukuran pertukaran udara setiap jam atau air change hour (ACH) pada ruang operasi.

1.6. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini yaitu :

- a. Memberikan kemudahan pemantauan secara online berbasis *Internet of Things* (IoT) pada sistem monitoring tekanan udara, kelembaban, temperatur dan kebersihan udara di dalam ruang operasi.
- b. Mempercepat proses pengiriman informasi ke bagian terkait yang bertanggung jawab dengan monitoring kualitas udara di ruang operasi.
- c. Pekerjaan quality control akan lebih cepat dan akurat dan data bisa disimpan dalam database, monitoring bisa dilakukan kapanpun dan dimanapun tanpa harus ke ruang operasi.

1.7. Keaslian Penelitian

Penelitian mengenai monitoring suhu, kelembaban, tekanan dan kebersihan udara di ruangan telah banyak dilakukan dan terdapat beberapa penelitian yang setipe yaitu :

- a. Pada penelitian [6]-[8] sistem monitoring suhu dan kelembaban ruangan disini menggunakan sensor DHT11, pengukuran tekanan udara menggunakan sensor BMP180 dan sensor gas MQ 135 untuk mengukur kadar gas karbon monoksida, gas karbon CO, gas karbondioksida CO₂, dan gas metana hidrokarbon CH₄. Mikrokontroller untuk mengontrol sistem keseluruhan menggunakan arduino uno dan mikrokontroler ATMEGA 8535. Rancangan ini sudah dilengkapi dengan sistem peringatan dini (EWS) berupa buzzer atau indikator lampu LED yang akan aktif apabila nilai hasil pengukuran sensor berada diluar range toleransi. Metode pengukuran menggunakan logika fuzzy logic dan graphical user interface kemudian hasilnya langsung tampil di LCD display dan dikirim ke monitor jarak jauh dalam grafik menggunakan modul RF 433 MHz dengan antena kabel 17 cm digunakan sebagai pengirim dan penerima data, jarak transmisi maksimal sejauh 96 meter pada ruang terbuka dengan catu daya pemancar 12 Volt pada baudrate 500. Pembaharuan yang dilakukan pada rancangan alat yang dibuat penulis adalah penggunaan sensor yang berbeda yakni pengukuran suhu dan kelembaban menggunakan satu sensor BME280GY, sensor Omron D6F-PH0505AD3 untuk

mengukur tekanan udara didalam ruangan dan pemakaian sensor Sharp GP2Y1010AUOF untuk mengukur kandungan debu. Menggunakan mikrokontroller WeMos D1 yang sudah dilengkapi dengan modul wifi ESP2866 kemudian sistem monitornya menggunakan LCD display secara langsung dan IoT (*Internet of Things*) untuk sistem monitoring online menggunakan aplikasi ThingSpeak yang dilengkapi *early warning system*, proses monitoring dilakukan secara online melalui komputer atau gadget selama terkoneksi internet.

- b. Pada penelitian [9]-[12] sistem monitoring suhu dan kelembaban udara disini menggunakan sensor DHT11, monitoring kualitas udara khususnya pencemaran terhadap gas karbon monoksida, gas karbon CO, gas karbondioksida CO₂, dan gas metana hidrokarbon CH₄ menggunakan sensor gas MQ135, TGS 2620, TGS2602 dan TGS2442 dengan konsumsi daya rendah. Perangkat mikrokontroller yang digunakan arduino uno with wifi shield dan board wemos D1 with modul wifi ESP8266, mikrokontroller berfungsi untuk mengendalikan kerja sistem keseluruhan. Jaringan nirkabel yang dibangun dengan memanfaatkan modul wifi yang di integrasikan dengan board arduino uno kemudian monitoring menggunakan aplikasi IoT Thingspeak atau Blink. Pembaharuan yang dilakukan pada rancangan alat yang dibuat penulis adalah penggunaan sensor yang berbeda yakni pengukuran suhu dan kelembaban menggunakan satu sensor BME280GY, dilengkapi dengan sensor Omron D6F-PH0505AD3 untuk mengukur tekanan udara differensial didalam ruangan dan pengukuran kebersihan udara dengan pemakaian sensor Sharp GP2Y1010AUOF untuk mengukur kandungan debu PM10 didalam ruangan. Inovasi lain dalam rancangan penulis adalah sudah dilengkapi dengan *early warning system(EWS)* pada aplikasi Thingspeak yakni jika nilai parameter yang terbaca normal indikator hijau menyala, jika tidak normal indikator merah menyala.
- c. Pada penelitian [13]-[15] sistem monitoring suhu dan kelembaban udara disini menggunakan sensor DHT22, DHT11 dan sensor SHT11

yang akan naik tegangan 5 mV untuk kenaikan suhu sebesar 5⁰C, pengukuran tekanan udara menggunakan sensor BMP180 dan sensor BMP280, pengukuran kecepatan angin menggunakan sensor LM393 dan pengukuran arah angin menggunakan sensor 2SS52M. Perangkat mikrokontroller yang digunakan adalah mikrokontroler ATmega328P berfungsi untuk mengendalikan kerja sistem keseluruhan, kemudian jaringan nirkabel dengan sistem telemetri dibangun dengan memanfaatkan modul RTC, SD Card, modul transmitter Tx, receiver Rx dan bisa juga menggunakan modul wifi ESP8266, data hasil dari pembacaan sensor dikirim dengan menggunakan jaringan wifi ke server dengan menggunakan protokol HTTP. Modul wifi ESP8266 mampu menyimpan dan mengirim buffer hingga 100 data dengan jangkauan pengiriman sejauh 50 meter. Pembaharuan yang dilakukan pada rancangan alat yang dibuat penulis adalah terdapat perbedaan pada penggunaan mikrokontroller, sensor dan sistem jaringan nirkabel. Pengukuran suhu dan kelembaban menggunakan satu sensor BME280GY, dilengkapi dengan sensor Omron D6F-PH0505AD3 untuk mengukur tekanan udara differensial didalam ruangan dan pengukuran kebersihan udara dengan pemakaian sensor Sharp GP2Y1010AUOF untuk mengukur kandungan debu PM10 didalam ruangan. Perangkat mikrokontroller yang digunakan board wemos D1 with modul wifi ESP8266 yang berfungsi untuk mengendalikan kerja sistem keseluruhan. Jaringan nirkabel yang dibangun dengan memanfaatkan mikrokontroller WeMos D1 yang sudah dilengkapi dengan modul wifi ESP8266 kemudian sistem monitoring jarak jauh menggunakan teknologi IoT (*Internet of Things*) untuk pemantauan secara online melalui aplikasi ThingSpeak yang sudah dilengkapi *early warning system (EWS)* yakni jika nilai parameter yang terbaca normal indikator menyala hijau, jika tidak normal indikator menyala merah. Proses monitoring online bisa dilakukan melalui komputer atau gadget selama terkoneksi internet.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Setelah peneliti melakukan telaah terhadap beberapa penelitian ada beberapa yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang peneliti lakukan. Penelitian[16] yang dilakukan tahun 2017 dimana dibuat suatu perancangan sistem monitoring suhu dan kelembaban pada ruangan transmitter dengan menggunakan sensor DHT 11 dimana sensor tersebut terhubung ke Arduino Uno dan Shield GSM 908, outputnya adalah web dan buzzer. Jika suhu yang terdeteksi diatas 21°C buzzer akan menyala yang berfungsi untuk memberi tanda ke operator jika suhu berada diatas batas normal lalu melalui shield GSM 908 diinput ke database, tapi jika suhu dibawah 21°C maka data akan langsung diinput ke database untuk selanjutnya ditampilkan ke web, dimana dalam web tersebut terdapat tabel yang menampilkan data tiap beberapa detik tergantung jaringan dan grafik yang bergerak secara real time. Dengan adanya sistem ini suhu ruangan akan lebih terpantau dengan baik sehingga memperkecil resiko kerusakan pada perangkat.

Pada penelitian[17] dimana penelitian ini dikembangkan sistem untuk monitoring dan otomatisasi suhu ruang dan kelembaban tanah pada greenhouse dengan memanfaatkan teknologi Wireless Sensor Network (WSN).Sistem terdiri dari 1 nodesuhu dan kelembaban ruang da 1 node kelembaban tanah greenhouse dimana masing-masing node tersusun dari arduino uno sebagai mikrokontrolernya, ESP8266 sebagai modul Wi-Fi, sensor, dan relay. Data hasil monitoring dan otomatisasi akan dikirim ke web server secara wireless untuk memudahkan petani memantau greenhouse miliknya. Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa sistem mampu untuk memonitoring dan melakukan kontrol otomatis penurunan suhu ruang greenhouse ketika suhu mencapai lebih dari 28C dan mampu untuk meningkatkan kelembaban tanah secara otomatis ketika kelembaban tanah kurang dari 40%, dengan memanfaatkan ESP8266 data

hasil monitoring dan otomatisasi dapat dikirim ke webserver, berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa jangkauan maksimal pengiriman data yaitu 50 meter dari node ke access point.

Pada penelitian[18] pemantauan kualitas udara dipantau secara kontinyu dan real-time berbasis Internet of Things. Dalam penelitian ini membahas masalah infrastruktur, pemrosesan informasi dan tantangan merancang dan menerapkan sistem penginderaan terintegrasi untuk kualitas udara. Sistem tersebut bertujuan untuk mendeteksi tingkat kandungan ozon (O₃), materi partikular, karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO₂), sulfur dioksida (SO₂), senyawa organik yang mudah menguap dan karbon dioksida (CO₂) secara real-time serta menyediakan peringatan atau alarm kualitas udara secara keseluruhan. Sistem cerdas menggunakan integrasi multi sensor pengukur polutan udara, sensor gas yang digunakan TGS2600, TGS2602, GSNT11, TGS5042, T6613, sensor debu GP2Y1010AUF, sensor suhu dan kelembaban DHT11. Sensor suhu dan kelembaban digunakan untuk mendukung kalibrasi pada sensor gas. Dalam node penginderaan, algoritma smoothing dipergunakan untuk mencegah dari kesalahan sementara pada sensor dan algoritma agregasi digunakan untuk mengurangi lalu lintas jaringan dan konsumsi daya. Hasil dari penelitian ini membuktikan bahwa karakteristik sensor dan lingkungan seperti suhu dan kelembaban dapat menyebabkan kesalahan pengukuran, jadi sensor dikalibrasi sebelum dipakai dan dilakukan kalibrasi otomatis berkelanjutan. Menggunakan sensor gas untuk pemantauan kualitas udara menghabiskan banyak daya dengan demikian cara memilih jenis sensor dengan benar dan meningkatkan efisiensi energi selama tahap desain dan implementasi sangat penting.

Pada penelitian[19] pengukuran kualitas udara dalam ruangan secara real time dilakukan karena udara dalam ruangan bahkan berada di tengah bangunan ber-AC beberapa kali lebih tercemar dari pada udara luar, terutama karena perubahan pola hunian, sistem ventilasi yang buruk, tua atau tidak terawat, debu, dan adanya senyawa organik yang mudah

menguap. Perancangan pemantauan dengan smartphone Android berbasis sistem penginderaan adhoc seluler yang mendeteksi berbagai data dari lingkungan dalam ruangan di sekitar pengguna dan menganalisisnya secara realtime. Dalam rancangan ini telah dikembangkan sistem berbasis Internet of Things untuk pemantauan secara jarak jauh tingkat ventilasi sebuah ruangan. Sistem menggunakan pengaturan berbasis Arduino Uno R3, modul wifi 8266 dan smartphone dengan penginderaan menggunakan sensor gas GC0010 untuk mengukur tingkat CO₂ di ruang, pengukuran suhu dan kelembaban dengan sensor DHT22. Pengaturan Arduino Uno R3 dilakukan dengan hati-hati berdasarkan observasi dan kalibrasi sensor yang cermat, CO₂ diambil sebagai gas pelacak sehingga air change rate (acr) dan tingkat ventilasi (cfm) dapat dihitung secara realtime. Data pembacaan disimpan dalam cloud dan analisisnya ditampilkan dalam bentuk grafik.

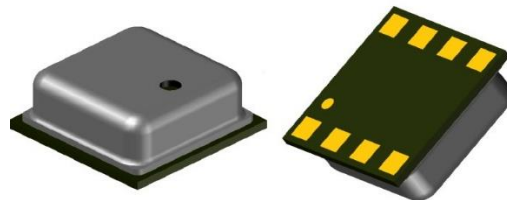
Dalam penelitian ini[20] teknologi terkini telah memungkinkan pemantauan jarak jauh kondisi lingkungan kita seperti udara dan air. Penelitian ini menyajikan pemantauan kualitas udara jarak jauh berdasarkan program MyRIO-LabVIEW yang dapat memantau kualitas udara melalui deteksi tingkat rata rata karbon monoksida (CO) di lokasi dalam ruangan di dalam gedung. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi karbon monoksida adalah MQ-7 sensor yang terhubung ke Arduino Mega dan MyRIO sebagai pengendali terdiri dari controller dan wifi board, output diproses oleh perangkat lunak LabVIEW di komputer pengguna. Untuk tujuan pengujian file sistem diuji di tiga lokasi terpilih untuk mendeteksi laju perubahan karbon monoksida selama lebih dari satu jam. MyRIO akan terus berlanjut menyimpan data laju karbon monoksida bila zat tersebut ada di sekitar lokasi. Dengan cara ini LabVIEW dapat memproses dan menampilkan data ke pengguna secara nirkabel atau jarak jauh. Sistem saat ini bisa ditingkatkan dengan menambahkan lebih banyak sensor MQ-7 untuk mendapatkan lebih banyak tingkat CO yang akurat. Berbagai jenis sensor gas juga bisa ditambahkan seperti MQ-6 untuk mendeteksi gas butana, MQ-8 untuk gas

hidrogen dan MQ-9 untuk mendeteksi karbon dioksida. Selanjutnya tingkat karbon monoksida rata-rata juga dapat dihitung, sistemnya bekerja dengan baik jika deteksi dan pencatatan data oleh keduanya hardware serta software berfungsi secara nirkabel dan hasilnya dalam bentuk file microsoft excel yang dapat dianalisis lebih lanjut oleh pengguna.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Sensor BME280 GY

Modul sensor digital super mini ini mempunyai 3 fungsi yakni thermometer, hygrometer dan atmospheric pressure barometer yang berguna untuk memperoleh data pengukuran suhu, tekanan udara dan kelembaban[21]. Kemampuan sensor ini mengukur suhu udara ruangan (thermometer) range antara(-40⁰Csampaai 85⁰C), mengukur tingkat kelembaban udara/humidity (hygrometer) range antara (0 - 100%), mengukur tekanan udara (atmospheric pressure barometer) range antara (30,000Pa - 110,000Pa dengan akurasi 12Pa). Digital interface I2C (sampai to 3.4 MHz) dan mode SPI, tegangan supply utama VCC dengan jangkauan : 1.71 V to 3.6 V, tegangan Interface VDDIO : 1.2 V to 3.6 V, konsumsi arus pengukuran humidity 1.8 μ A, pengukuran temperature 2.8 μ A, pengukuran pressure 3.6 μ A dan pada mode sleep sebesar 0.1 μ A. Sensor digital terintegrasi ini mempunyai konsumsi daya yang rendah dimana Development board bisa langsung dihubungkan dengan STM32, Raspberry dan Arduino Uno atau Mega dengan Vcc tegangan supply 3.3 V, yang perlu diperhatikan sensor ini bekerja dengan tegangan supply 1.71 sampai 3.6V[22]. Bentuk sensor BME280 GY seperti yang ditampilkan pada gambar 2.1



Gambar 2.1.Sensor BME280GY [22]

2.2.2. Sensor debu Sharp GP2Y1010AU0F

GP2Y1010AU0F Optical Dust Sensor ialah sensor debu yang berbasis sinar inframerah untuk mengetahui tingkat kandungan partikulat debu[23]. Sensor tersebut terdiri atas sebuah light emitting diode sebagai sumber cahaya (light source/transmitter) dan sebuah photodiode sebagai penerima hamburan cahaya yang dipantulkan oleh debu pada tingkat intensitas tertentu. Cahaya yang diterima photodiode diubah kedalam bentuk tegangan listrik, nilai tegangan ini bergantung pada seberapa besar intensitas cahaya yang diterima oleh photodiode. Sensor ini membutuhkan suplai tegangan sebesar 5-7 V dengan suhu operasi antara -10°C hingga 65°C serta konsumsi arus 20mA max[24]. Output sensor adalah tegangan analog sebanding dengan kepadatan debu yang terukur semakin tinggi intensitas debu semakin tinggi nilai tegangan output, dengan sensitivitas 0.6V/0.1 mg/m³ artinya setiap 0,1 mg/m³ kepadatan debu yang terukur, maka tegangannya naik sebesar 0,6 V[25]. Bentuk Sensor Sharp GP2Y1010AU0F seperti yang ditampilkan pada gambar 2.2.



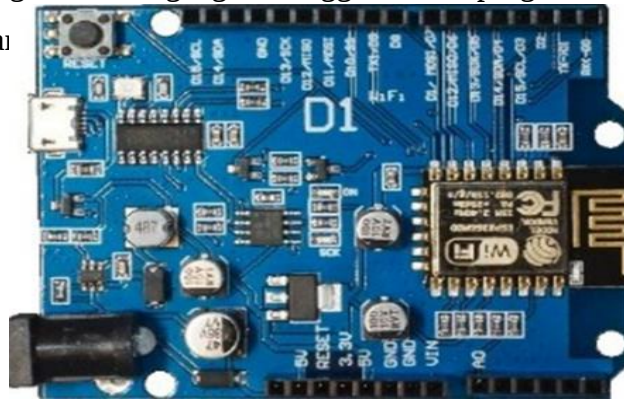
Gambar 2.2. Sensor Sharp GP2Y1010AU0F [25]

2.2.3. WeMos D1

Board Wemos D1 Wifi Arduino ESP8266 merupakan mikrokontoler yang berfungsi mirip dengan board arduino uno khususnya untuk project dengan konsep IOT serta kompatibel dengan arduino IDE. Board ini dapat bekerja secara *stand-alone* karena didalamnya sudah terdapat CPU yang dapat memprogram melalui serial port atau via OTA serta transfer program secara wireless hal ini berbeda dengan modul wifi lain yang masih membutuhkan mikrokontroler sebagai pengontrol atau otak dari rangkaian

tersebut[26]. Modul mikrokontroler ini di dalamnya sudah terdapat satu set header arduino standar yang artinya kompatibel dengan beragam arduino shield juga mencakup sebuah CH340 USB to serial interface seperti kabel USB micro yang umum digunakan[27]. Memiliki prosesor 32-bit dengan kecepatan 80 MHz, bersifat open source, high level language sehingga bisa di program dengan bahasa pemrograman

ESP2866



WeMos D1

Gambar 2.3. Board WeMos D1 ESP2866 [28]

Modul wireless seri transceiver ESP8266 kecepatan 2,4GHZ memiliki Integrated TCP / IP stack protokol, sehingga banyak digunakan untuk monitoring jarak jauh dari suhu kamar dan kelembaban serta bisa dipakai untuk pengendalian alat elektronik dari jarak jauh dengan komputer atau hand phone[29].

2.2.4. Sensor Tekanan Omron D6F-PH0505AD3

D6F-PH0505AD3 adalah jenis sensor tekanan udara diferensial produksi Omron yang bekerja pada tekanan -50 pascal sampai dengan 50 pascal, sensor ini berjenis MEMS (micro electromechanical systems) didalamnya terdapat komponen mekanik dan elektronika yang di integrasikan menjadi sebuah microchip. Koneksi terdiri dari Pin 1 SDA (data signal), Pin 2 GND (ground), Pin 3 VCC (tegangan input 3,3 V), Pin 4 SCL (serial clock). Prinsip kerjanya adalah perbedaan suhu antara dua thermopile kira-kira sebanding dengan akar kuadrat

massa yang mengalir melintasi chip sensor, dimana penginderaan aliran massa dan sensitivitas keluarannya bergantung pada komposisi gas ketika mengalir tegak lurus dengan pemanas dan termopiles.

Komponen electro mechanical terdiri dari thermopile 2 buah, heater, base temperature sensor, electrode pad, thin film dan silicon substrate. Akurasi tinggi $\pm 3\%$ pembacaan, linearisasi dan kompensasi suhu, output digital (komunikasi I2C), Impedansi aliran tinggi untuk mengurangi pengaruh konfigurasi bypass [30]. Bentuk sensor Omron D6F-PH0505AD3 seperti yang ditampilkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Sensor Omron D6F-PH0505AD3 [30]

2.2.5. Internet of things

Berdasarkan coordinator and support action for global RFID-related activities and standarization menyatakan bahwa internet of things (IoT) sebagai sebuah infrastruktur koneksi jaringan global, yang menghubungkan benda fisik dan virtual melalui eksploitasi data capture dengan teknologi komunikasi, dimana infrastruktur IoT terdiri dari jaringan yang telah

ada dan internet berikut pengembangannya[31]. Teknologi IoT memungkinkan sistem keamanan yang bisa dipantau dan di kendalikan dengan jarak yang jauh dengan menggunakan internet[32]. Infrastruktur IoT menawarkan identifikasi objek, sensor, dan kemampuan koneksi sebagai dasar untuk pengembangan layanan (service) dan aplikasi yang independen, hal ini juga ditandai dengan tingkat otonom yang tinggi untuk proses akuisisi data, pertukaran event, konektivitas jaringan, dan interoperabilitas[33].

2.2.6. Cloud

Cloud Computing atau komputasi awan adalah gabungan pemanfaatan teknologi komputer ('komputasi') dan pengembangan berbasis Internet *Cloud Storage* dimana media penyimpanan data tidak lagi dengan perangkat keras akan tetapi melalui web server [34]. *Cloud Storage* adalah : metode penyimpanan data di sejumlah server yang dikelola pihak penyedia layanan, koneksi internet dibutuhkan untuk mengakses data yang disimpan di server, bersifat tidak berbayar dan mudah untuk dikembangkan (opensource)[35]. Cloud computing ini dimana proses komputasinya dapat diubah secara dinamis dan sumber dayanya disediakan dalam bentuk jasa melalui internet, semua resource (software, platform, infrastuktur) disediakan oleh penyedia jasa sehingga pengguna tidak akan lagi dibebankan akan penyediaan semua resource[36].

2.2.7. Thingspeak

Merupakan salah satu platform IoT aplikasi yang akan menyimpan dan menampilkan data hasil pengukuran pada webserver, data dari sensor dapat dikirimkan dari Arduino, Raspberry Pi, BeagleBone Black, dan hardware lainnya. Hasil pembacaan data sensor disimpan pada database Thingspeak secara real-time dapat divisualisasikan pada smartphone yang telah terpasang aplikasi ThingView[37].

ThingSpeak adalah platform pada Internet of Things (IoT) yang menggunakan protocol HTTP untuk penyimpanan dan pengolahan data[38]. Untuk dapat menggunakan platform Thingspeak, user perlu membuat akun dan menentukan channel pada akun tersebut kemudian Thingspeak akan memberikan API key yang kemudian diatur di dalam program mikrokontroler, agar dapat melakukan fungsi pengiriman data dari sensor ke Thingspeak[39].

2.2.8. Smartphone

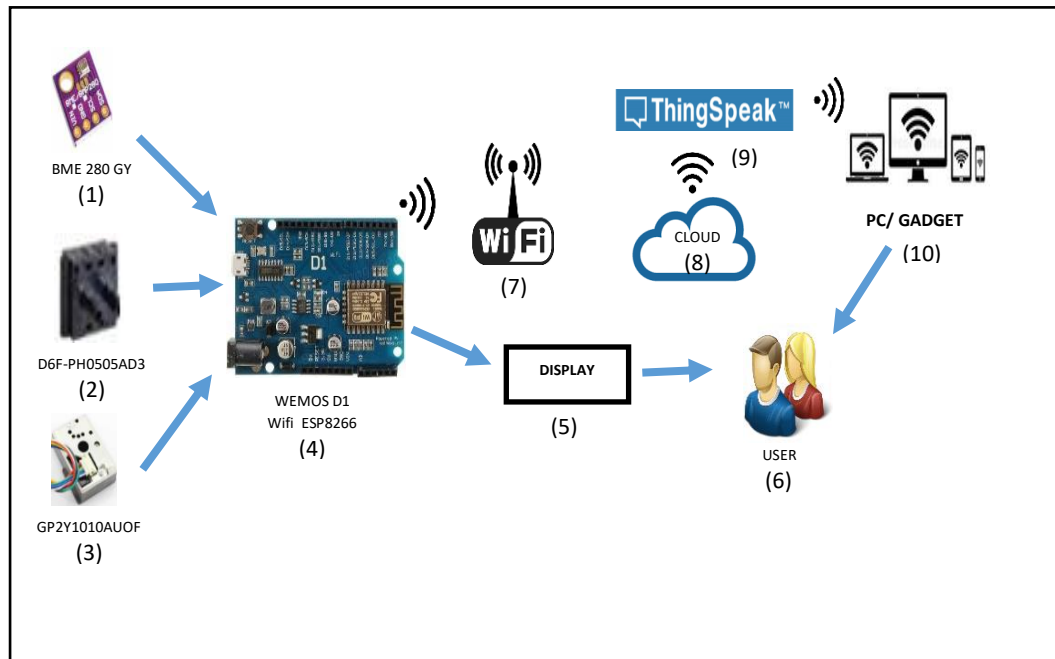
Pada umumnya perangkat ponsel cerdas dilengkapi dengan fitur nirkabel, salah satu fiturnya adalah bluetooth yang digunakan mentransfer data antar perangkat[40], bahkan sekarang banyak smartphone yang telah dilengkapi dengan perangkat nirkabel kecepatan tinggi seperti wifi sehingga proses komunikasi bisa berjalan cepat dengan data yang lebih besar. Pada penelitian ini smartphone digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan sensor dengan mengakses channel Thingspeak sekaligus mengunduh data hasil pembacaan. Ponsel pintar ini menggunakan sistem operasi android buatan gogle yang bersifat opensource sehingga banyak sekali aplikasi gratis yang bisa disematkan pada android ini. Aplikasi mobile dibangun dengan beberapa bahasa pemrograman mobile, adapun contoh dari mobileprograming untuk ponsel diataranya adalah Javafxmobile, J2ME, C++, C#.NET dan Flash Lite.Android adalah sistem operasi bersifat open source berbasis Linux dirancang untuk perangkat seluler layar sentuh seperti telepon pintar dan komputer tablet[41].

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Model

Penelitian ini dilakukan dengan merancang sebuah model untuk menentukan rangkaian sistem yang akan dibuat. Model ini untuk menentukan fungsi dari komponen yang dibutuhkan, dimana rangkaian ini harus mampu menampilkan proses awal sampai dengan akhir dari sistem. bagian agian yanag ada harus an apakah baian bagian yang dirancang prototype dimulai dengan tahapan perencanaan penelitian. Model ini akan menjadi acuan pada proses pembuatan desain arsitektur pada alat yang dirancang, identifikasi masalah dilakukan berdasarkan urutan pada model sehingga penyelesaiannya menjadi lebih sistematis. Sistem monitoring kualitas udara di ruang operasi akan di implementasikan dengan protokol *Internet Of Things* (IoT) dengan skala *prototype*. Dalam pembuatan *prototype* alat, langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuat sistem model, sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.

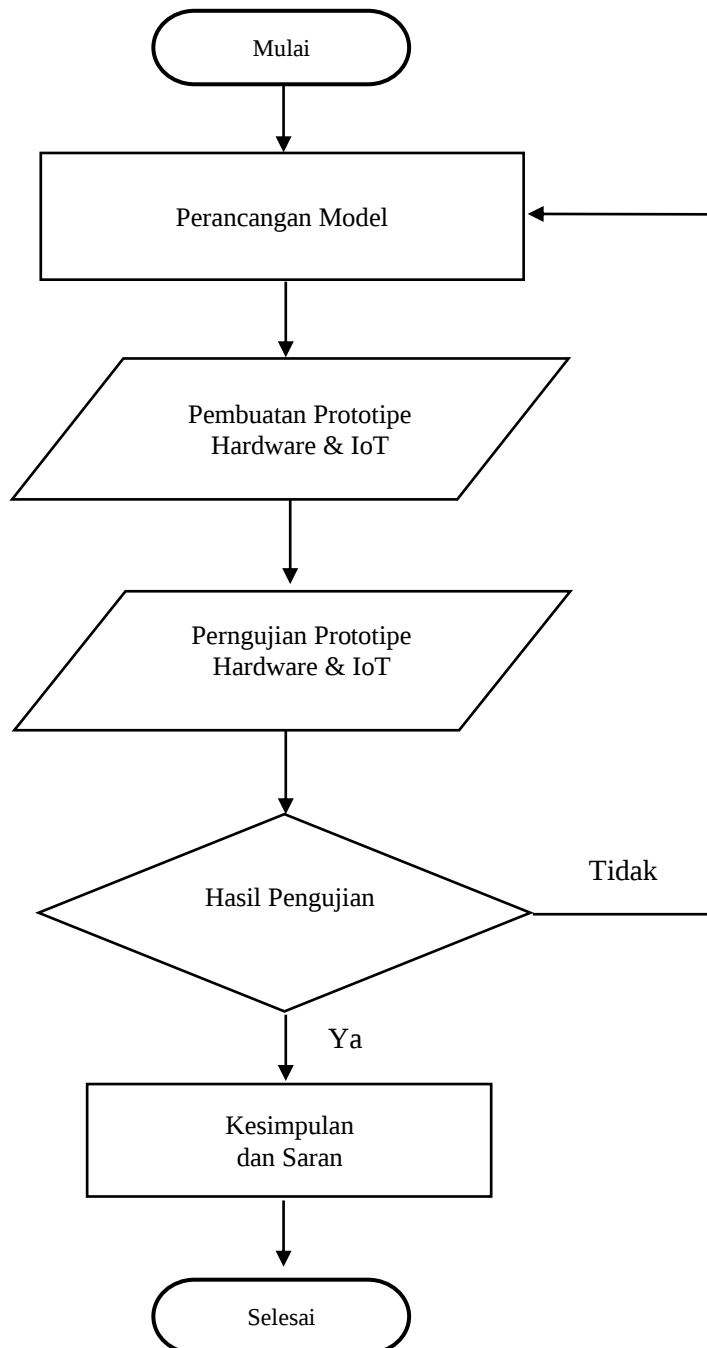


Gambar 3.1. Model Prototype Monitoring Kualitas Udara di Ruang Operasi Berbasis IoT

Sensor digital BME280 GY akan membaca temperatur dan kelembaban, sensor tekanan udara Omron D6F-PH0505AD3 untuk melihat perbedaan tekanan udara diferensial antara didalam ruang operasi dengan diluar ruangan, tekanan udara diruang operasi harus lebih positif dibandingkan tekanan udara di luar ruang operasi serta sensor debu SHARP GP2Y1010AUOF membaca kepekatan debu didalam ruang operasi. Board Wemos D1 Wifi Arduino ESP8266 mengontrol kerja sensor sensor tersebut kemudian data pembacaan sensor ditransmisikan melalui jaringan hotspot wifi router. Selanjutnya data pembacaan dalam bentuk database disimpan dalam cloud storage, kemudian dengan adanya koneksi ineternet dari modem maka database bisa di akses kapanpun melalui komputer ataupun gadget secara realtime maupun periodik.

Pada tampilan platform IoT yang digunakan yakni aplikasi thingspeak akan disajikan hasil pembacaan suhu, kelembaban, tekanan udara dan kandungan debu diruang operasi serta kondisi tekanan udara disajikan dalam bentuk grafik maupun angka secara realtime, kemudian data monitoring tersimpan dalam cloud storage. Pada sistem monitoring yang dirancang dalam penelitian ini data dapat diakses user dimanapun dan kapanpun dengan smartphone atau PC selama terhubung internet. Tahap selanjutnya adalah pembuatan *prototype* yang terdiri dari perencanaan *hardware* dan *software* yang disesuaikan dengan permasalahan yang ada dalam penelitian ini. Perencanaan *hardware* dalam penelitian ini yaitu sensor BME280 GY (suhu,kelembaban,tekanan udara), sensor tekanan udara diferensial Omron D6F-PH0505AD3,sensor debu SHARP GP2Y1010AUOF, modul Board Wemos D1 Wifi Arduino ESP8266. Sementara itu, perencana *software* adalah bahasa pemrograman yang digunakan dalam pembuatan *prototype* dan juga aplikasi yang digunakan dalam menampilkan hasil monitoring atau *Graphical User Interface* (GUI). Proses selanjutnya yaitu pengujian *prototype* yang terdiri dari pengujian *hardware*, pengujian *software*, pengujian terintegrasi, dan tahap evaluasi. Kemudian langkah berikutnya adalah melakukan analisa sistem. Analisa sistem bertujuan sebagai indikator keberhasilan sistem yang dibangun telah

berjalan dengan baik atau tidak. Apabila ada kekurangan atau kegagalan pada kerja sistem, maka akan dilakukan tahap evaluasi. Langkah terakhir, penarikan kesimpulan dan saran. Gambar 3.2 menggambarkan model penelitian yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 3.2. Model Penelitian

3.2. Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini dibutuhkan beberapa bahan dan peralatan berupa hardware dan software. Berikut ini dijelaskan peralatan hardware dan software yang digunakan selama penelitian dilakukan, yaitu :

- a. Hardware dalam penelitian ini yang digunakan dalam membuat sebuah prototype alat pemantauan ruang operasi yang terintegrasi berbasis internet of things yaitu :
 1. Laptop dengan sistem operasi *Windows 8* 32 bit
 2. Board Wemos D1 Wifi Arduino ESP8266
 3. Sensor BME280 GY (suhu, kelembaban, tekanan udara)
 4. Sensor debu SHARP GP2Y1010AUOF
 5. Sensor tekanan udara Omron D6F-PH0505AD3
 6. Power Supply
 7. Kabel Jumper
 8. Kabel Data USB
 9. Toolset
 10. Fan
- b. Software dalam penelitian ini yang dibutuhkan adalah :
 1. Windows 8
 2. IDE Arduino
 3. Fritzting

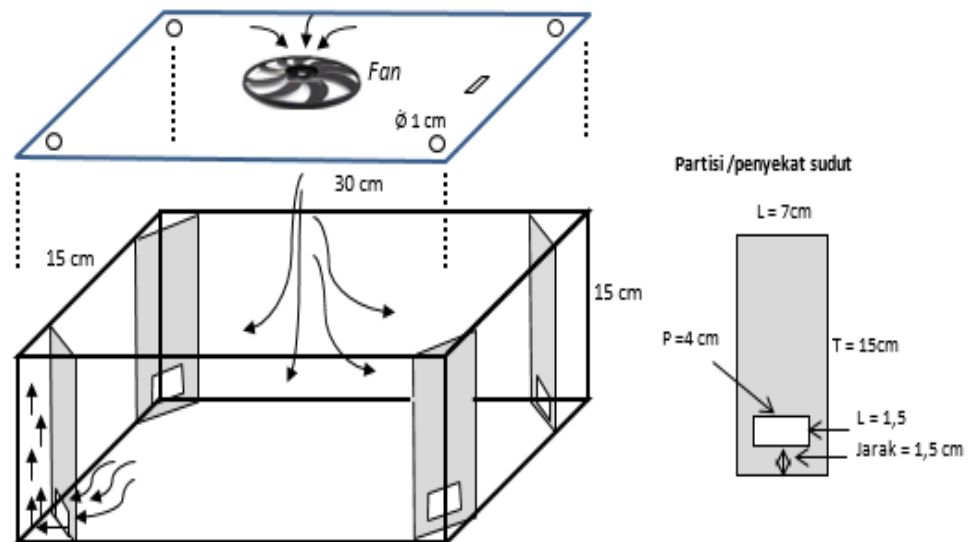
3.3. Perancangan Prototype

3.3.1. Spesifikasi Model Ruang Operasi

Perancangan model kamar operasi ini merupakan miniatur yang menggambarkan sistem secara umum yang ada pada kondisi sebenarnya dimana bentuk dan arah sirkulasi udara didalam ruangan bisa terlihat. Ruangan operasi berbentuk segi empat dengan panjang yang sama pada setiap sisinya kemudian pada setiap sudut ruangan ditutup dengan partisi/penyekat yang bertujuan agar sudut ruangan menjadi lebar sehingga mudah dibersihkan, sudut ruangan yang sulit dijangkau akan menjadi tempat berkembang biaknya kuman atau mikroorganisme lain yang bisa menyebabkan terjadinya penyakit. Pada penyekat sudut ini di

bagian bawah terdapat lobang grill berfungsi sebagai jalan aliran udara keluar ruangan, kemudian ruangan dibelakang penyekat berfungsi seperti ducting untuk mengalirkan aliran udara ke atas

Bagian penutup atau plafon ruangan operasi dipasang kipas/fan tepat ditengah yang berfungsi untuk memasukan udara ke dalam ruangan, kecepatan putaran fan akan menentukan kecepatan aliran udara yang masuk sekaligus akan menentukan tekanan udara didalam ruang operasi. Tekanan udara didalam ruang operasi harus positif sekitar 10 Pascal sampai dengan 15 Pascal. Tujuan dibuatnya tekanan positif ini agar microorganisme atau kuman yang terbawa udara diluar ruangan tidak masuk ke dalam ruangan operasi karena udara hanya akan mengalir dari ruang bertekanan tinggi ke ruang bertekanan rendah. Sistem sirkulasi udara ini juga akan menentukan jumlah pertukaran udara setiap jam dimana ruang operasi harus mencapai 20 sampai 25 kali perjam. Model ruang operasi sebagai tempat pengujian prototype seperti yang ditampilkan pada gambar 3.2.

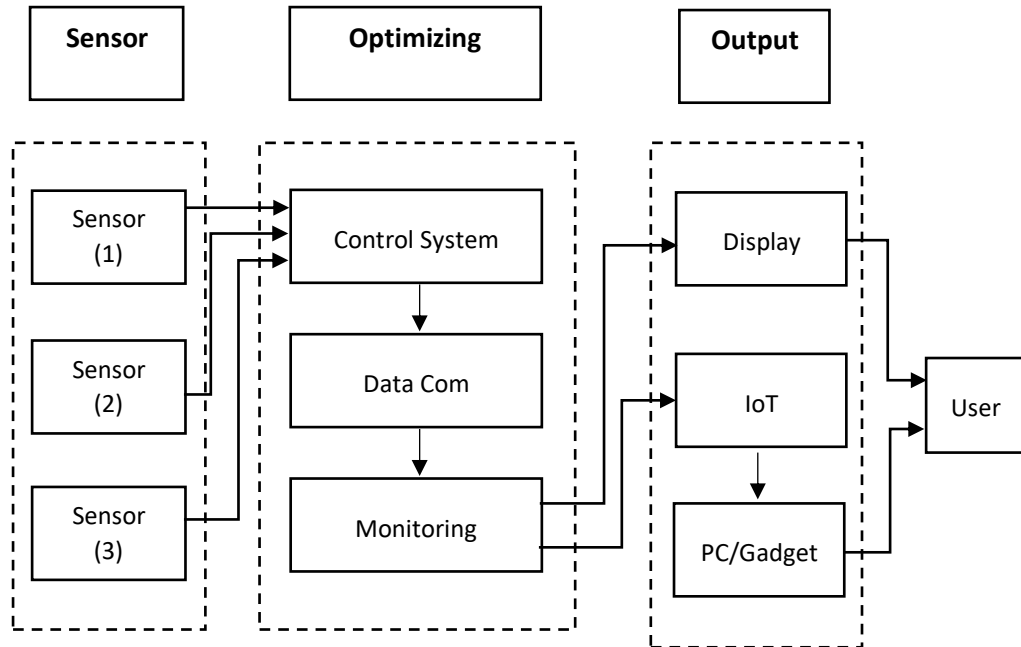


Gambar 3.3. Model Ruang Operasi

3.3.2. Perancangan Hardware

Perancangan sistem *hardware* yang digunakan terdiri dari Board Wemos D1 Wifi Arduino ESP8266, Sensor BME280 GY, Sensor debu

SHARP GP2Y1010AUOF, Sensor Omron D6F-PH0505AD3 yang saling terhubung dan terintegrasi dalam satu sistem, digambarkan dalam bentuk diagram blok seperti pada Gambar 3.3 berikut.



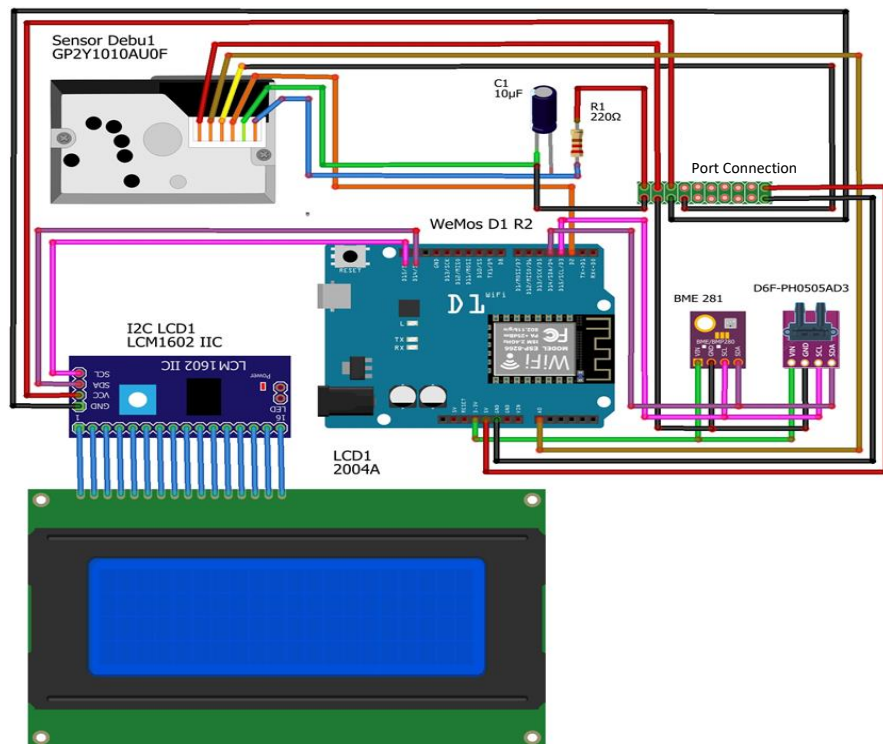
Gambar 3.4. Diagram Blok Sistem Hardware

Fungsi dari hardware yang terdapat pada Gambar 3.3 adalah :

- Sensor (1) suhu dan kelembaban berfungsi sebagai pengukur suhu dan kelembaban udara didalam ruang operasi.
- Sensor (2) tekanan udara differensial berfungsi untuk mengukur perbedaan tekanan udara didalam ruang operasi dengan diluar ruang operasi.
- Sensor (3) debu berfungsi untuk mengukur kepekatan debu didalam ruang operasi.
- Cotrol System menggunakan microcontroller integrated Wifi berfungsi sebagai kontroler sistem secara keseluruhan, input data dari perangkat sensor suhu dan kelembaban, sensor debu, sensor tekanan udara diproses menggunakan fungsi program (*software*) kemudian data dikirimkan oleh board wifi ke jaringan internet
- Data Com adalah mengintegrasikan semua data bacaan sensor yang akan ditampilkan pada monitor.

- f. Monitor berfungsi sebagai tempat menampilkan hasil pembacaan sensor yang sudah diintegrasikan
- g. Display berfungsi untuk menampilkan data hasil pembacaan sensor secara langsung pada LCD display.
- h. IoT (*Internet of Things*) adalah metode komunikasi data menggunakan jaringan internet untuk mengelola database hasil pembacaan sensor yang tersimpan dalam cloud storage dan menampilkan secara realtime melalui platform IoT dengan aplikasi Thingspeak.
- i. PC/Gadget berfungsi untuk menampilkan data hasil pembacaan sensor secara langsung lewat jaringan internet
- j. User adalah orang yang memanfaatkan sistem ini

Rancangan board connection pada prototype yang dibuat seperti yang ditampilkan pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Rancangan Board Connection

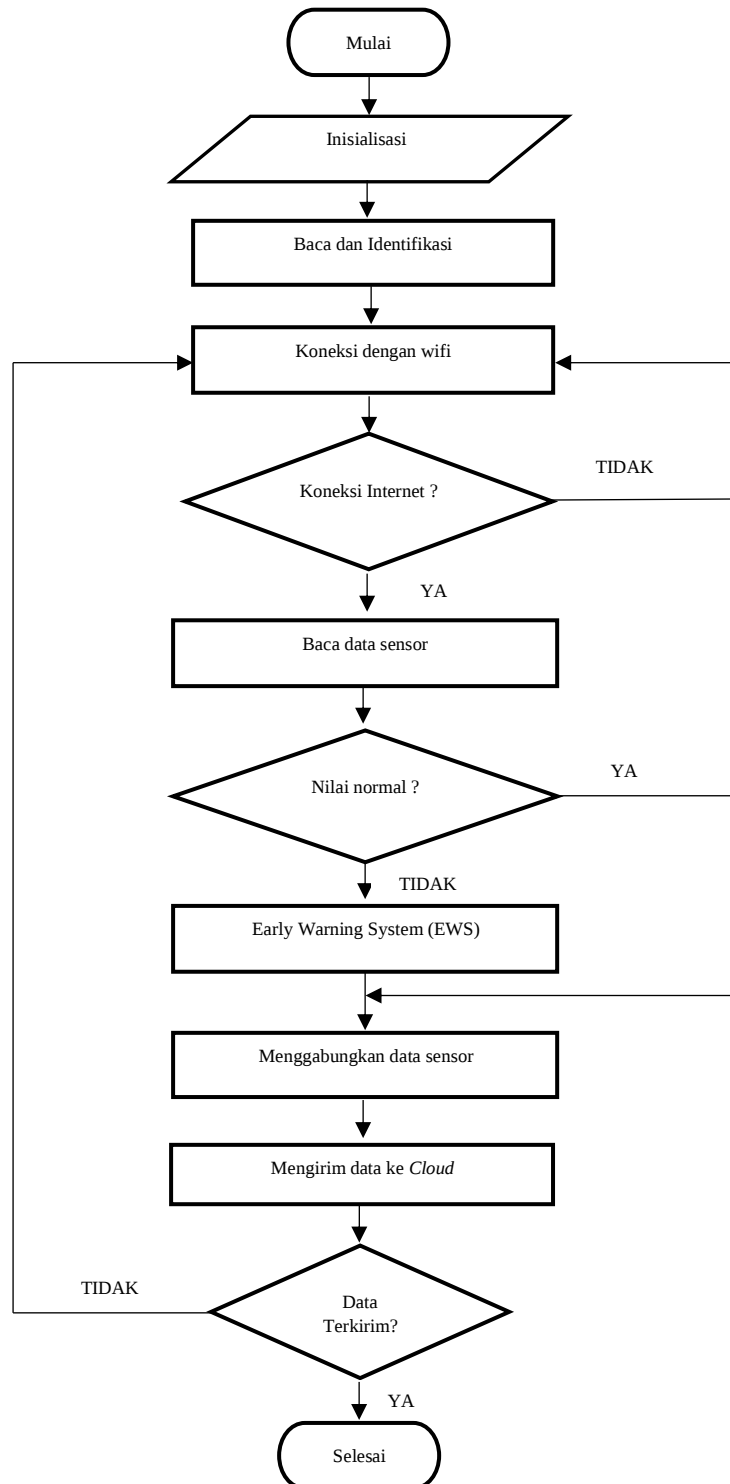
3.3.3. Perancangan Software

Perancangan *software* merupakan perancangan program keseluruhan yang terdiri dari program inisialisasi, pembacaan sensor

BME280 GY, pembacaan sensor SHARP GP2Y1010AUOF, pembacaan sensor Omron D6F-PH0505AD3 dan program komunikasi wifi ESP 8266. Program inisialisasi adalah program yang pertama kali dijalankan atau dieksekusi oleh kontroler. Semua mode komunikasi data dari modul yang terhubung dengan kontroler harus di inisialisasi supaya dapat saling berkomunikasi dan bertukar data dengan perangkat kontroler. Pada sensor BME280 GY, Omron D6F-PH0505AD3 dan sensor Sharp GP2Y1010AUOF menggunakan mode komunikasi I2C (*Inter Integrated Circuit*) untuk berkomunikasi dengan kontroler. Inisialisasi I2C merupakan inisialisasi komunikasi yang menggunakan dua jalur komunikasi data, yaitu SDA dan SCL. Terakhir, inisialisasi SPI (*Serial Pheriperal Interface*). Komunikasi SPI digunakan untuk komunikasi antara kontroler dengan sensor sensor. Pada saat proses inisialisasi, setiap perangkat harus dapat terdeteksi serta datanya dapat terbaca oleh kontroler. Supaya setiap perangkat terdeteksi oleh kontroler, maka yang harus diperhatikan adalah pengaturan program yang terdapat pada bagian inisialisasi harus sesuai dengan aturan standar komunikasi yang digunakan oleh masing-masing perangkat kontroler.

Jika tidak sesuai dengan aturan standar, maka perangkat tidak bisa dideteksi, yang berakibat kegagalan proses inisialisasi. Pembacaan data sensor BME280 GY, Omron D6F-PH0505AD3 dan sensor SHARP GP2Y1010AUOF diproses oleh kontroler setelah sistem terkoneksi dengan internet melalui jaringan wifi. Data yang telah diproses oleh kontroler ditampilkan di LCD, kemudian data-data tersebut juga digabungkan dan diubah ke dalam bentuk tipe data “String”. Pengubahan tipe data ini dilakukan agar data dapat dikirim melalui komunikasi berbasis web sehingga kita memantaunya lewat Website Thingspeak. Program ini juga dilengkapi dengan *Early warning system* atau sistem peringatan dini apabila nilai pembacaan suhu $< 20^{\circ}\text{C}$ atau $> 24^{\circ}\text{C}$ maka lampu merah ON, kelembaban $< 50\%$ atau $> 60\%$ maka lampu merah ON, jumlah partikel udara PM10 $> 150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ maka lampu merah ON

dan tekanan udara ruangan < 10 Pa atau > 15 Pa maka lampu merah ON. Sebagaimana ditampilkan pada gambar 3.6. Diagram alir program



Gambar 3.6. Diagram Alir Program

3.4. Kalibrasi

Sensor yang digunakan pada perancangan prototype ini semua berbasis sensor digital maka kalibrasi sudah dilakukan oleh pabrikan sebelum dipasarkan, namun apabila akan melakukan kalibrasi ulang dengan alat ukur pembanding yang sudah terkonfirmasi akurasi. Pada sensor tekanan D6F-PH0505AD3 mempunyai akurasi sesuai data sheet $\pm 3\%$, pengukuran minimal dilakukan sepuluh kali pada setiap kategori nilai rendah, nilai tengah dan nilai tinggi berdasarkan area kerja pengukuran sensor dari -50 Pa, 0 Pa, 50 Pa. Kemudian nilai rata rata selisih pengukuran dengan pembanding menjadi nilai koreksi pembacaan sensor. Kalibrasi sensor suhu dan kelembaban BME280GY hasil pengukuran harus mengacu karakteristik pada data sheet yakni area kerja sensor untuk pengukuran suhu pada range $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$, nilai akurasi absolut pada suhu $0 \sim 65^{\circ}\text{C} = \pm 1^{\circ}\text{C}$, suhu $-20^{\circ}\text{C} \sim 0 = \pm 1,25^{\circ}\text{C}$, suhu $-40^{\circ}\text{C} \sim -20^{\circ}\text{C} = \pm 1,5^{\circ}\text{C}$, pada pengukuran kelembaban (Humidity Relative) menurut data sheet sensor ini mempunyai area kerja $0 \sim 100\%$ dengan nilai absolut akurasi $\pm 3\%$ pada $20\% \sim 80\%$. pengukuran minimal dilakukan sepuluh kali pada setiap kategori nilai rendah, nilai tengah dan nilai tinggi.

Pengukuran sensor dilakukan secara urut mulai dari 10%, 30%, 50%, 70%, 90%, 70%, 50%, 30%, 10%, kemudian nilai rata rata selisih pengukuran dengan pembanding menjadi nilai koreksi pembacaan sensor. Pada sensor debu Sharp GP2Y1010AUOF berdasarkan datasheet sensitivitas $0.65\text{V}/0.1 \text{ mg}/\text{m}^3$, ketika tidak ada debu yang terbaca $= 0 \text{ mg}/\text{m}^3$ tegangan output $< 0,6\text{V}$ ketika ada debu yang terbaca $0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$ maka tegangan output $\geq 0,6\text{V}$. Apabila hasil pengukuran tidak sama maka rata-rata selisih pengukuran tersebut hasilnya menjadi nilai koreksi untuk mengurangi atau menambahkan pada pembacaan sensor, semakin banyak sampel pengukuran dan kelompok besaran maka akan semakin akurat. Koreksi ini dilakukan pada listing program yang dirancang pada bagian pembacaan sensor dikurangi atau ditambah dengan nilai koreksi sehingga nilai yang ditampilkan pada display lcd dan serial monitor arduino IDE sudah terkoreksi.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan hardware dan software pada Prototype Alat Monitoring Kualitas Udara di Ruang Operasi Yang Terintegrasi Berbasis IoT harus dilakukan pengujian agar bisa diketahui kinerja dari keseluruhan sistem yang digunakan pada penelitian tersebut.

4.1 Pengujian Prototype

Pengujian prototype ini dilakukan dengan cara terpisah pada masing-masing bagian dan selanjutnya dilakukan pengujian secara bersama dalam keseluruhan sistem prototype yang dirancang.

Pengujian prototipe ini dilakukan pada 3 bagian yaitu :

- a. Pengujian hardware meliputi :
 1. Pengujian catu daya 5 VDC
 2. Pengujian LCD display
 3. Pengujian Wemos D1
 4. Pengujian sensor kelembaban dan suhu
 5. Pengujian sensor tekanan udara
 6. Pengujian sensor debu
- b. Pengujian *software* meliputi :
 1. Pengujian program monitoring
 2. Pengujian koneksi wifi
 3. Pengujian program thingspeak
- c. Pengujian terhadap keseluruhan sistem pada prototype
 1. Pengujian *prototype* monitoring pada miniatur ruang operasi
 2. Pengujian sistem komunikasi jaringan wifi.
 3. Pengujian hasil pembacaan data suhu, kelembaban, tekanan udara dan kebersihan udara pada masing-masing monitoring
 4. Pengujian pembacaan data yang ditampilkan pada display dan thingspeak.

4.1.1 Pengujian Catu Daya 5V DC

Dalam perancangan prototype ini menggunakan catu daya 5 VDC untuk menyuplai tegangan ke board Wemos D1, sensor dan LCD display, Seperti pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4.1. Pengujian Catu daya 5V DC

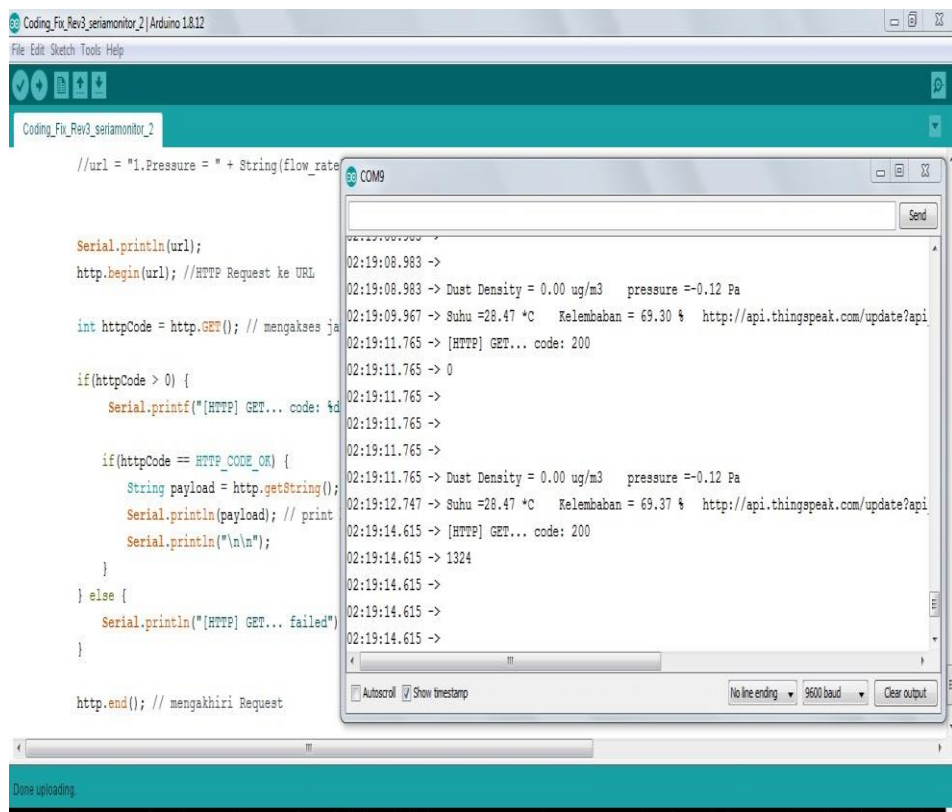
Proses pengujian catu daya dilakukan 10 kali dengan selisih waktu 20 menit, hasil pengukuran rata-rata selisih 0,19 V lebih tinggi dari datasheet

Tabel 4.1. Pengujian Catu Daya 5 V

No	Waktu (menit)	Datasheet	Output (V)	Selisih (V)
1	1	5	5,16	0,16
2	3	5	5,16	0,16
3	5	5	5,16	0,16
4	7	5	5,16	0,16
5	9	5	5,16	0,16
6	11	5	5,16	0,16
7	13	5	5,16	0,16
8	15	5	5,16	0,16
9	17	5	5,16	0,16
10	19	5	5,16	0,16
Rata-rata			5,16	0,16
Std Deviasi			0,00	0,00

4.1.2 Pengujian Board Wemos D1

Pengujian modul wemos D1 mini dilakukan dengan menghubungkan tegangan 5V dan dimasukan program, maka lampu indicator pada modul akan menyala dan lampu indicator wifi akan berkedip. Ketika terkoneksi dengan jaringan Wifi maka esp akan pairing ditandai dengan lampu indicator wifi berkedip. Hasil uji coba wemos terkoneksi dengan jaringan wifi diperlihatkan pada **Gambar 4.2**.

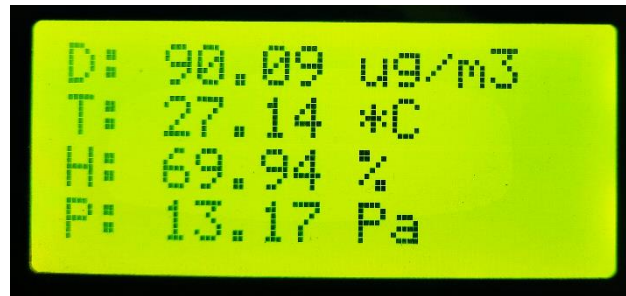


Gambar 4.2. Pengujian board Wemos D1 R1

Dari hasil **Gambar 4.2**. Menunjukkan menampilkan serial monitor arduino IDE pada modul Wemos D1 R1 yang terkoneksi dengan jaringan wifi untuk menampilkan hasil monitoring ke dalam aplikasi Thingspeak. Pengiriman data terdapat jeda waktu sesuai dengan pengaturan waktu delay pada program yang dirancang. Hasil yang ditampilkan menunjukkan koneksi jaringan dan pembacaan sensor berjalan lancar sehingga disimpulkan modul bisa berfungsi dengan baik.

4.1.3 Pengujian Rangkaian Liquid Crystal Display (LCD)

Pengujian bisa dilakukan dengan cara menampilkan rangkaian karakter pada setiap baris dan kolom dari LCD, tujuannya untuk memastikan bahwa display tidak ada kerusakan.



Gambar 4.3. Pengujian fungsi LCD

Pada **Gambar 4.3.** menunjukkan bahwa rangkaian LCD dapat berfungsi dengan baik dan bisa menampilkan hasil pengukuran pada empat parameter tanpa ada kesalahan karakter.

4.1.4 Pengujian Sensor BME280 GY (suhu dan kelembaban)

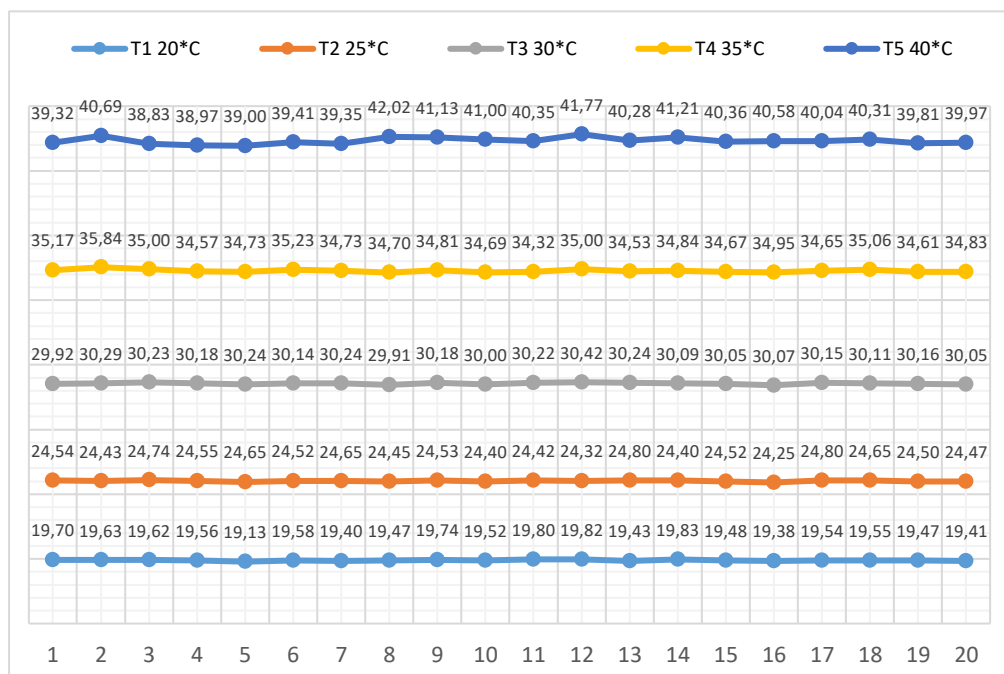
Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sensor yang digunakan berfungsi baik atau tidak, dengan cara membandingkan hasil pengukuran alat yang dirancang dengan alat ukur standar sebagai pembanding menggunakan alat Environment Meter merek InscienPro tipe Combi-5 No Seri : COMBI0534018526.

Tabel 4.2. Pengujian pengukuran suhu *Sensor BME280GY*

No	Waktu (WIB)	Pengukuran Suhu				
		T1 20°C	T2 25°C	T3 30°C	T4 35°C	T5 40°C
1	08.01	19,70	24,54	29,92	35,17	39,32
2	08.04	19,63	24,43	30,29	35,84	40,69
3	08.07	19,62	24,74	30,23	35,00	38,83
4	08.10	19,56	24,55	30,18	34,57	38,97
5	08.13	19,13	24,65	30,24	34,73	39,00
6	08.16	19,58	24,52	30,14	35,23	39,41
7	08.19	19,40	24,65	30,24	34,73	39,35
8	08.22	19,47	24,45	29,91	34,70	42,02

No	Waktu (WIB)	Pengukuran Suhu				
		T1 20°C	T2 25°C	T3 30°C	T4 35°C	T5 40°C
9	08.25	19,74	24,53	30,18	34,81	41,13
10	08.28	19,52	24,40	30,00	34,69	41,00
11	08.31	19,80	24,42	30,22	34,32	40,35
12	08.34	19,82	24,32	30,42	35,00	41,77
13	08.37	19,43	24,80	30,24	34,53	40,28
14	08.40	19,83	24,40	30,09	34,84	41,21
15	08.43	19,48	24,52	30,05	34,67	40,36
16	08.46	19,38	24,25	30,07	34,95	40,58
17	08.49	19,54	24,80	30,15	34,65	40,04
18	08.52	19,55	24,65	30,11	35,06	40,31
19	08.55	19,47	24,50	30,16	34,61	39,81
20	08.58	19,41	24,47	30,05	34,83	39,97
Jumlah		391,06	490,59	602,89	696,93	804,40
Rata-rata		19,55	24,53	30,14	34,85	40,22
Selisih		0,45	0,47	0,14	0,15	0,22

Berikut adalah grafik hasil pengujian suhu antara sensor dengan alat ukur.



Gambar 4.4. Grafik Pengujian Suhu

1. Kesalahan (%) pada 20⁰C

$$= \left(\frac{\text{Standar} - \text{Hasil Ukur}}{\text{Standar}} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{20 - 19,55}{20} \right) \times 100\%$$

$$= 0,0223 \times 100\%$$

$$= 2,23\%$$
2. Kesalahan (%) pada 25⁰C

$$= \left(\frac{\text{Hasil Ukur} - \text{Standar}}{\text{Standar}} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{25 - 24,53}{25} \right) \times 100\%$$

$$= 0,0227 \times 100\%$$

$$= 2,27\%$$
3. Kesalahan (%) pada 30⁰C

$$= \left(\frac{\text{Hasil Ukur} - \text{Standar}}{\text{Standar}} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{30,14 - 30}{30} \right) \times 100\%$$

$$= 0,0048 \times 100\%$$

$$= 0,48 \%$$
4. Kesalahan (%) pada 35⁰C

$$= \left(\frac{\text{Standar} - \text{Hasil Ukur}}{\text{Standar}} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{35 - 34,85}{35} \right) \times 100\%$$

$$= 0,0044 \times 100\%$$

$$= 0,44\%$$
5. Kesalahan (%) pada 40⁰C

$$= \left(\frac{\text{Hasil Ukur} - \text{Standar}}{\text{Standar}} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{40,22 - 40}{40} \right) \times 100\%$$

$$= 0,0055 \times 100\%$$

$$= 0,55\%$$

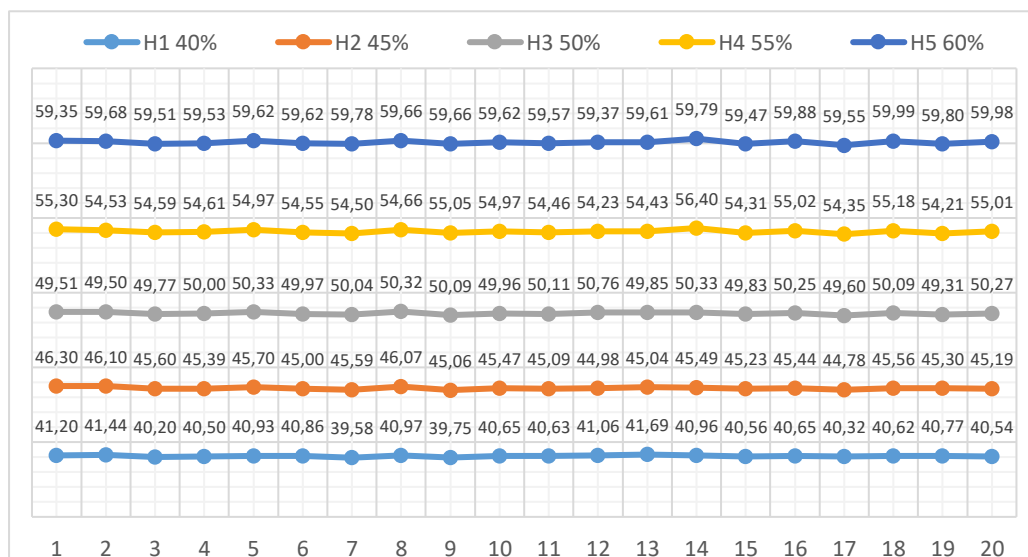
Berdasarkan data diatas terdapat selisih pembacaan antara sensor dengan alat ukur standar = 0.45⁰C, 0.47⁰C, 0.14⁰C, 0.15⁰C, 0.22⁰C atau persentase kesalahan = 2.23%, 2.27%, 0.48%, 0.44%, 0.55%. Merujuk pada datasheet BME280GY bahwa nilai selisih pada pengukuran suhu 0⁰C ~ 60⁰C adalah $\pm 1^{\circ}\text{C}$ maka nilai pembacaan pada alat yang dirancang masih dalam batas toleransi.

Tabel 4.3. Pengujian pengukuran kelembaban *Sensor BME280GY*

No	Waktu (WIB)	Pengukuran Kelembaban (%)				
		H1 40%	H2 45%	H3 50%	H4 55%	H5 60%
1	09.14	41,20	46,30	49,51	55,30	59,35
2	09.17	41,44	46,10	49,50	54,53	59,68
3	09.20	40,20	45,60	49,77	54,59	59,51
4	09.23	40,50	45,39	50,00	54,61	59,53

No	Waktu (WIB)	Pengukuran Kelembaban (%)				
		H1 40%	H2 45%	H3 50%	H4 55%	H5 60%
5	09.26	40,93	45,70	50,33	54,97	59,62
6	09.29	40,86	45,00	49,97	54,55	59,62
7	09.32	39,58	45,59	50,04	54,50	59,78
8	09.35	40,97	46,07	50,32	54,66	59,66
9	09.38	39,75	45,06	50,09	55,05	59,66
10	09.41	40,65	45,47	49,96	54,97	59,62
11	09.44	40,63	45,09	50,11	54,46	59,57
12	09.47	41,06	44,98	50,76	54,23	59,37
13	09.50	41,69	45,04	49,85	54,43	59,61
14	09.53	40,96	45,49	50,33	56,40	59,79
15	09.56	40,56	45,23	49,83	54,31	59,47
16	09.59	40,65	45,44	50,25	55,02	59,88
17	10.02	40,32	44,78	49,60	54,35	59,55
18	10.05	40,62	45,56	50,09	55,18	59,99
19	10.08	40,77	45,30	49,31	54,21	59,80
20	10.11	40,54	45,19	50,27	55,01	59,98
Jumlah		813,88	908,38	999,89	1.095,33	1.193,04
Rata-rata		40,69	45,42	49,99	54,77	59,65
Selisih		0,69	0,42	0,01	0,23	0,35

Berikut adalah grafik hasil pengujian kelembaban *Sensor BME280GY*



Gambar 4.5. Grafik Pengujian Kelembaban

1. Kesalahan (%) pada H1

$$= \left(\frac{\text{Hasil Ukur} - \text{Standar}}{\text{Standar}} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{40,69 - 40}{40} \right) \times 100\%$$

$$= 0,0173 \times 100\%$$

$$= 1,73\%$$
2. Kesalahan (%) pada H2

$$= \left(\frac{\text{Hasil Ukur} - \text{Standar}}{\text{Standar}} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{45,42 - 45}{45} \right) \times 100\%$$

$$= 0,0093 \times 100\%$$

$$= 0,93\%$$
3. Kesalahan (%) pada H3

$$= \left(\frac{\text{Hasil Ukur} - \text{Standar}}{\text{Standar}} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{50 - 49,99}{50} \right) \times 100\%$$

$$= 0,0002 \times 100\%$$

$$= 0,02 \%$$
4. Kesalahan (%) pada H4

$$= \left(\frac{\text{Hasil Ukur} - \text{Standar}}{\text{Standar}} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{55 - 54,77}{55} \right) \times 100\%$$

$$= 0,0042 \times 100\%$$

$$= 0,42\%$$
5. Kesalahan (%) pada H5

$$= \left(\frac{\text{Hasil Ukur} - \text{Standar}}{\text{Standar}} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{60 - 59,65}{60} \right) \times 100\%$$

$$= 0,0058 \times 100\%$$

$$= 0,58\%$$

Berdasarkan data diatas selisih pembacaan sensor dengan alat ukur standar dalam satuan kelembaban/ *Relative Humidity* (% RH) adalah 0.69, 0.42, 0.01, 0.23, 0.35 atau nilai persentase kesalahan (%) = 1,73%, 0,93%, 0,02%, 0,42%, 0,58%. Merujuk datasheet BME280GY bahwa selisih pengukuran kelembaban 20 %RH ~ 80 %RH adalah $\pm 3\%$ RH maka nilai pembacaan sensor masih dalam batas toleransi.

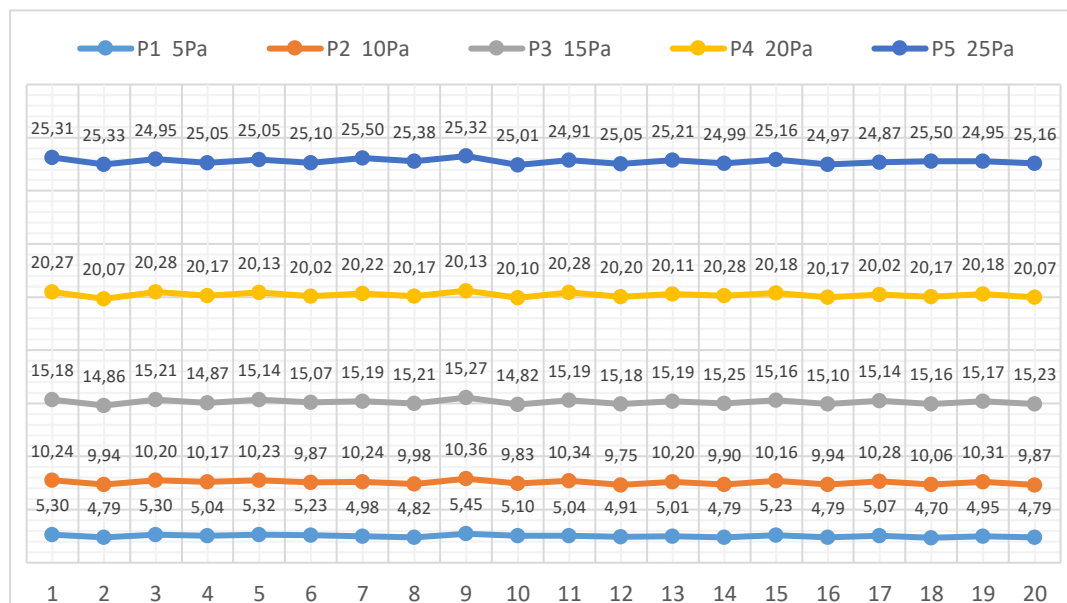
- 4.1.5. Pengujian Sensor Omron D6F-PH0505AD3 (pengukuran tekanan udara)**
 Dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran alat Pressure Meter merek Magnehelic Tipe 2000-60Pa No Seri : W33AE MB.

Tabel 4.4. Pengujian Sensor Omron D6F-PH0505AD3

No	Waktu (WIB)	Pengukuran Tekanan (Pa)				
		P1 5Pa	P2 10Pa	P3 15Pa	P4 20Pa	P5 25Pa
1	10.16	5,30	10,24	15,18	20,27	25,31
2	10.19	4,79	9,94	14,86	20,07	25,33

No	Waktu (WIB)	Pengukuran Tekanan (Pa)				
		P1 5Pa	P2 10Pa	P3 15Pa	P4 20Pa	P5 25Pa
3	10.22	5,30	10,20	15,21	20,28	24,95
4	10.25	5,04	10,17	14,87	20,17	25,05
5	10.28	5,32	10,23	15,14	20,13	25,05
6	10.31	5,23	9,87	15,07	20,02	25,10
7	10.34	4,98	10,24	15,19	20,22	25,50
8	10.37	4,82	9,98	15,21	20,17	25,38
9	10.40	5,45	10,36	15,27	20,13	25,32
10	10.43	5,10	9,83	14,82	20,10	25,01
11	10.46	5,04	10,34	15,19	20,28	24,91
12	10.49	4,91	9,75	15,18	20,20	25,05
13	10.52	5,01	10,20	15,19	20,11	25,21
14	10.55	4,79	9,90	15,25	20,28	24,99
15	10.58	5,23	10,16	15,16	20,18	25,16
16	11.01	4,79	9,94	15,10	20,17	24,97
17	11.04	5,07	10,28	15,14	20,02	24,87
18	11.07	4,70	10,06	15,16	20,17	25,50
19	11.10	4,95	10,31	15,17	20,18	24,95
20	11.13	4,79	9,87	15,23	20,07	25,16
Jumlah		100,61	201,87	302,59	403,22	502,77
Rata-rata		5,03	10,09	15,13	20,16	25,14
Std Deviasi		0,22	0,19	0,13	0,08	0,19

Berikut adalah grafik hasil pengujian Sensor Omron D6F-PH0505AD3



Gambar 4.6. Grafik Pengujian Tekanan Udara

1. Kesalahan (%) pada P1

$$= \left(\frac{\text{Hasil Ukur} - \text{Standar}}{\text{Standar}} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{5,03 - 5}{5} \right) \times 100\%$$

$$= 0,006 \times 100\%$$

$$= 0,6\%$$
2. Kesalahan (%) pada P2

$$= \left(\frac{\text{Hasil Ukur} - \text{Standar}}{\text{Standar}} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{10,09 - 10}{10} \right) \times 100\%$$

$$= 0,009 \times 100\%$$

$$= 0,9\%$$
3. Kesalahan (%) pada P3

$$= \left(\frac{\text{Hasil Ukur} - \text{Standar}}{\text{Standar}} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{15,13 - 15}{15} \right) \times 100\%$$

$$= 0,0087 \times 100\%$$

$$= 0,87 \%$$
4. Kesalahan (%) pada P4

$$= \left(\frac{\text{Hasil Ukur} - \text{Standar}}{\text{Standar}} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{20,16 - 20}{20} \right) \times 100\%$$

$$= 0,008 \times 100\%$$

$$= 0,8\%$$
5. Kesalahan (%) pada P5

$$= \left(\frac{\text{Hasil Ukur} - \text{Standar}}{\text{Standar}} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{25,14 - 25}{25} \right) \times 100\%$$

$$= 0,0056 \times 100\%$$

$$= 0,56\%$$

Berdasarkan data diatas terdapat selisih pembacaan antara sensor dengan alat ukur standar adalah 0.03Pa, 0.09Pa, 0.13Pa, 0.16Pa, 0.14Pa atau 0.6%, 0.9%, 0.87%, 0.8%, 0.56%. Merujuk pada datasheet Omron D6F-PH0505AD3 bahwa nilai toleransi pada pengukuran tekanan udara adalah $\pm 0,2\text{Pa}$ maka selisih nilai pembacaan masih dalam batas toleransi.

4.1.6. Pengujian Sensor GP2Y1010AUOF (pengukuran kepekatan debu)

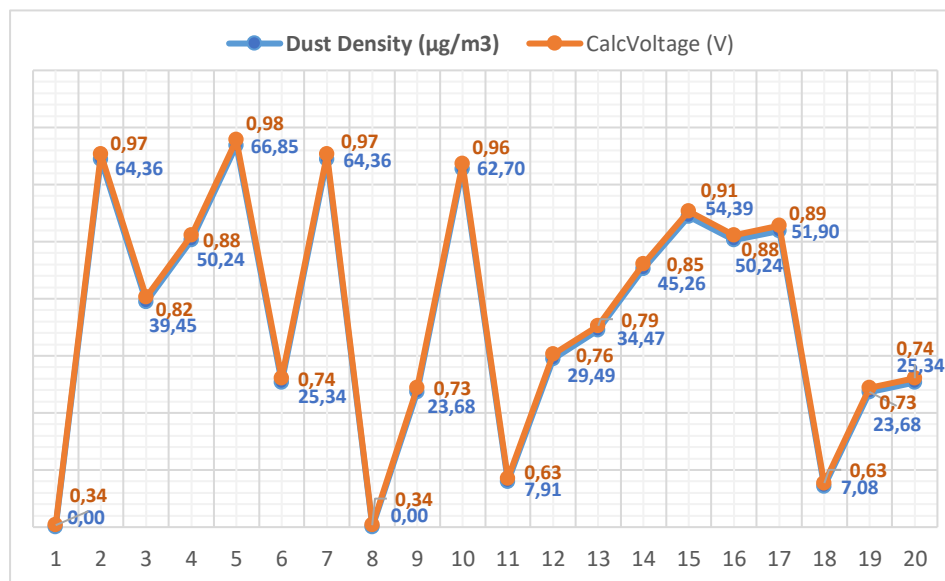
Dilakukan dengan cara melihat hasil pembacaan sensor debu yang ditampilkan pada serial monitor pada program Arduino IDE.

Tabel 4.5. Pengujian sensor GP2Y1010AUOF

No	Waktu (WIB)	Pengukuran Kepadatan Debu	
		Dust Density ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CalcVoltage (V)
1	21.10	0,00	0,34
2	21.12	64,36	0,97
3	21.14	39,45	0,82

No	Waktu (WIB)	Pengukuran Kepadatan Debu	
		Dust Density ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CalcVoltage (V)
4	21.16	50,24	0,88
5	21.18	66,85	0,98
6	21.20	25,34	0,74
7	21.22	64,36	0,97
8	21.24	0,00	0,34
9	21.26	23,68	0,73
10	21.28	62,70	0,96
11	21.30	7,91	0,63
12	21.32	29,49	0,76
13	21.34	34,47	0,79
14	21.36	45,26	0,85
15	21.38	54,39	0,91
16	21.40	50,24	0,88
17	21.42	51,90	0,89
18	21.44	7,08	0,63
19	21.46	23,68	0,73
20	21.48	25,34	0,74
Jumlah		726,74	15,54
Rata-rata		36,337	0,777
Std Deviasi		21,95	0,18

Berikut adalah grafik hasil pengujian sensor GP2Y1010AUOF



Gambar 4.7. Grafik Pengujian Kepadatan Debu

Berdasarkan karakteristik pada datasheet jika tidak ada debu(0) maka tegangan output $\leq 0,6$ V dan jika ada debu yang terbaca maka tegangan output > 0.6 V, maka disimpulkan bahwa sensor dapat bekerja normal

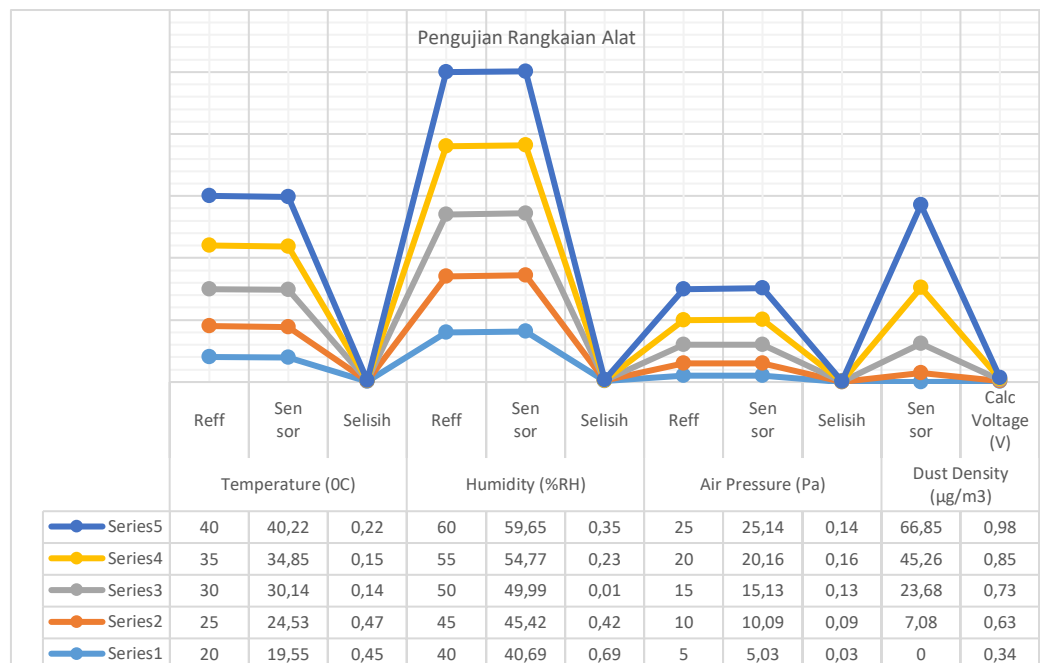
4.1.7 Hasil Pengukuran Keseluruhan Sensor

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari keseluruhan rangkaian pada alat yang dirancang.

4.6. Tabel Hasil Pengujian Keseluruhan Snsor

B e r i k u n t	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)				Kelembaban (%RH)				Tekanan Udara (Pa)				Kepadatan Debu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	Alat Ukur	Sensor	Selisih	Data sheet	Alat Ukur	Sensor	Selisih	Data sheet	Alat Ukur	Sensor	Selisih	Data sheet	Sensor	Calc Voltage (V)	Data sheet
1	20	19,55	0,45	$0^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C} = \pm 1^{\circ}\text{C}$	40	40,69	0,69	$20\% \sim 80\% = \pm 3\%$	5	5,03	0,03	$\pm 0,2$ Pa	0	0,34	Kepadatan debu = $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nilai CalcVoltage = $\leq 0,6$ V
2	25	24,53	0,47		45	45,42	0,42		10	10,09	0,09		7,08	0,63	
3	30	30,14	0,14		50	49,99	0,01		15	15,13	0,13		23,68	0,73	
4	35	34,85	0,15		55	54,77	0,23		20	20,16	0,16		45,26	0,85	
5	40	40,22	0,22		60	59,65	0,35		25	25,14	0,14		66,85	0,98	

adalah grafik hasil pengujian keseluruhan sensor



Gambar 4.8. Grafik Pengujian Keseluruhan Sensor

Berdasarkan grafik diatas lajur series 1, 2, 3, 4, 5 menunjukkan hasil pengujian sensor yang dibandingkan dengan alat ukur standar sebagai reference untuk mengetahui nilai selisih atau penyimpangan pada pengukuran setiap besaran. Pengukuran ini dilakukan pada parameter temperatur, kelembaban, tekanan udara dan kepekatan debu didalam ruangan. Mengacu pada data diatas maka selisih hasil pengukuran setiap sensor masih dalam batas toleransi sesuai datasheet yang di keluarkan produsen sensor tersebut.

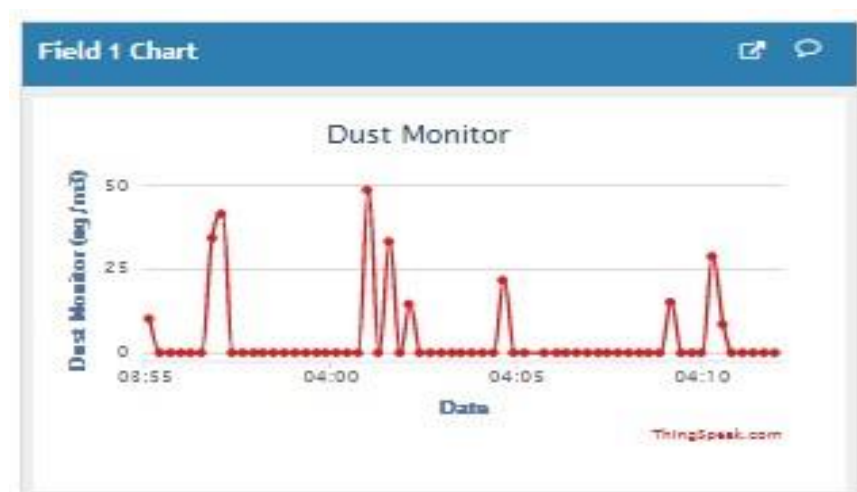
4.2 Programable dan Ujicoba

4.2.1 Program Aplikasi Thingspeak Berbasis IoT

Pada rancangan program smart monitoring ruang operasi ini menggunakan aplikasi thingspeak sebagai penyedia platform Iot yang dapat diakses secara gratis dimana semua data disimpan dalam server cloud sehingga tidak membebani kerja sistem. Bentuk grafik bisa dirubah sesuai kebutuhan dan bisa dilakukan import maupun ekspor data dalam format xml,json,csv sehingga kita bisa memilih data yang mau diambil serta bisa dilakukan analisis matlab jika diperlukan.

4.2.2 Monitoring Debu

Pada field 1 adalah grafik pembacaan sensor debu dimana akan terlihat nilai kepekatan debu berdasarkan waktu pembacaan sampling, sebagaimana ditampilkan pada gambar 4.9



Gambar 4.9. Grafik pembacaan sensor debu

Data pembacaan sensor debu bisa di download dengan format XML sebagaimana ditampilkan pada gambar 4.10

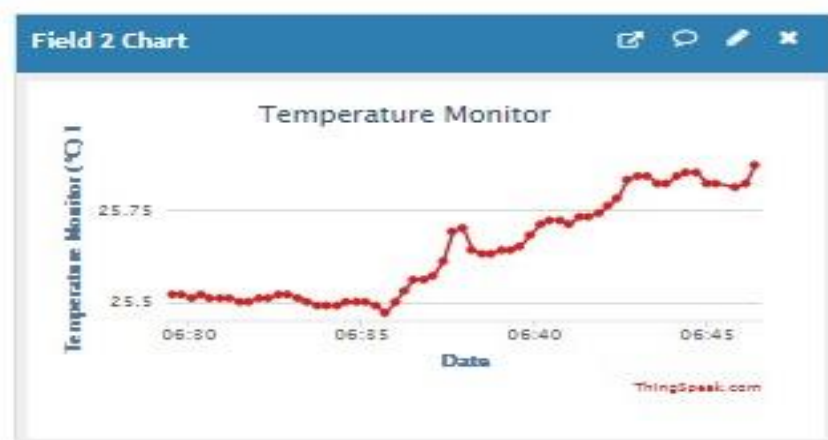
This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document tree is shown below.

```
<channel>
  <id type="integer">1135721</id>
  <name>Smart Monitoring RO</name>
  <description>Smart Monitoring RO, Use Detected Dust Room, Temperature, Humidity, and Pressure</description>
  <latitude type="decimal">0.0</latitude>
  <longitude type="decimal">0.0</longitude>
  <field1>Dust Monitor (ug/m3)</field1>
  <field2>Temperature Monitor (*C) 1</field2>
  <field3>Humidity Monitor (%)</field3>
  <field4>Pressure Monitor (Pa)</field4>
  <created-at type="dateTime">2020-09-05T07:29:30Z</created-at>
  <updated-at type="dateTime">2021-01-15T19:25:53Z</updated-at>
  <last-entry-id type="integer">5491</last-entry-id>
  <feeds type="array">
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-01-16T23:28:58Z</created-at>
      <entry-id type="integer">5392</entry-id>
      <field1>12.00 </field1>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-01-16T23:29:15Z</created-at>
      <entry-id type="integer">5393</entry-id>
      <field1>0.00 </field1>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-01-16T23:29:32Z</created-at>
      <entry-id type="integer">5394</entry-id>
      <field1>0.00 </field1>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-01-16T23:29:48Z</created-at>
      <entry-id type="integer">5395</entry-id>
      <field1>0.00 </field1>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-01-16T23:30:05Z</created-at>
      <entry-id type="integer">5396</entry-id>
    </feed>
  </array>
</channel>
```

Gambar 4.10. Data pembacaan sensor debu

4.2.3 Monitoring Suhu

Pada field 2 adalah grafik pembacaan sensor suhu dimana akan terlihat perubahan suhu ruang berdasarkan waktu pembacaan sensor. sebagaimana ditampilkan pada gambar 4.11



Gambar 4.11. Grafik pembacaan sensor suhu

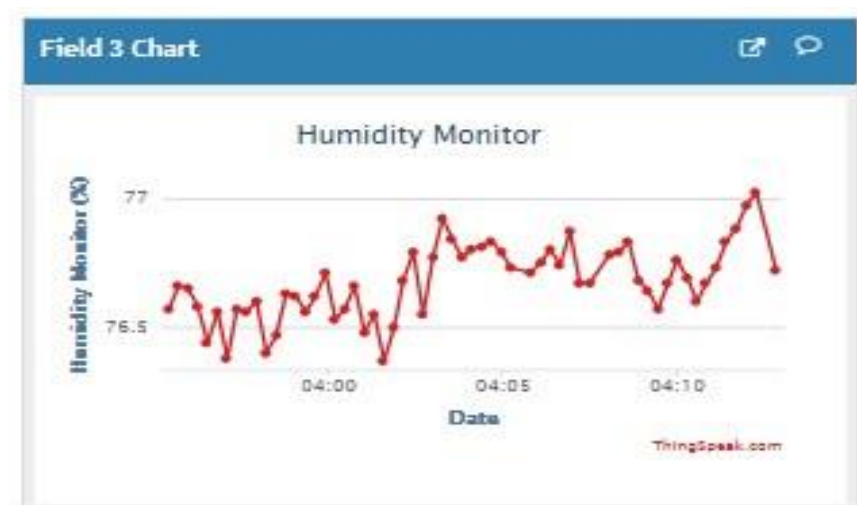
Data pembacaan sensor temperatur bisa di download dengan format XML sebagaimana ditampilkan pada gambar 4.12

```
This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document tree is shown below.
<channel>
  <id type="integer">1135721</id>
  <name>Smart Monitoring RO</name>
  <description>Smart Monitoring RO, Use Detected Dust Room, Temperature, Humidity, and Pressure</description>
  <latitude type="decimal">0.0</latitude>
  <longitude type="decimal">0.0</longitude>
  <field1>Dust Monitor (ug/m3)</field1>
  <field2>Temperature Monitor (*C) 1</field2>
  <field3>Humidity Monitor (%)</field3>
  <field4>Pressure Monitor (Pa)</field4>
  <created-at type="dateTime">2020-09-05T07:29:30Z</created-at>
  <updated-at type="dateTime">2021-01-15T19:25:53Z</updated-at>
  <last-entry-id type="integer">5491</last-entry-id>
  <feeds type="array">
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-01-16T23:28:58Z</created-at>
      <entry-id type="integer">5392</entry-id>
      <field2>25.08 </field2>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-01-16T23:29:15Z</created-at>
      <entry-id type="integer">5393</entry-id>
      <field2>25.08 </field2>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-01-16T23:29:32Z</created-at>
      <entry-id type="integer">5394</entry-id>
      <field2>25.06 </field2>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-01-16T23:29:48Z</created-at>
      <entry-id type="integer">5395</entry-id>
      <field2>25.08 </field2>
    </feed>
  </array>
</channel>
```

Gambar 4.12. Data pembacaan sensor suhu

4.2.4 Monitoring Kelembaban

Pada field 3 adalah grafik pembacaan sensor kelembaban dimana terlihat perubahan kelembaban ruang berdasarkan waktu pembacaan sensor, ditampilkan pada gambar 4.13



Gambar 4.13. Grafik pembacaan sensor kelembaban

Data pembacaan sensor kelembaban bisa di download dengan format XML sebagaimana ditampilkan pada gambar 4.14

```
This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document tree is shown below.
<channel>
  <id type="integer">1135721</id>
  <name>Smart Monitoring RO</name>
  <description>Smart Monitoring RO, Use Detected Dust Room, Temperature, Humidity, and Pressure</description>
  <latitude type="decimal">0.0</latitude>
  <longitude type="decimal">0.0</longitude>
  <field1>Dust Monitor (ug/m3)</field1>
  <field2>Temperature Monitor (*C) 1</field2>
  <field3>Humidity Monitor (%)</field3>
  <field4>Pressure Monitor (Pa)</field4>
  <created-at type="dateTime">2020-09-05T07:29:30Z</created-at>
  <updated-at type="dateTime">2021-01-15T19:25:53Z</updated-at>
  <last-entry-id type="integer">5491</last-entry-id>
  <feeds type="array">
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-01-16T23:28:58Z</created-at>
      <entry-id type="integer">5392</entry-id>
      <field3>76.13 </field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-01-16T23:29:15Z</created-at>
      <entry-id type="integer">5393</entry-id>
      <field3>76.26 </field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-01-16T23:29:32Z</created-at>
      <entry-id type="integer">5394</entry-id>
      <field3>76.25 </field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-01-16T23:29:48Z</created-at>
      <entry-id type="integer">5395</entry-id>
      <field3>76.14 </field3>
    </feed>
  </array>
</channel>
```

Gambar 4.14. Data pembacaan sensor kelembaban

4.2.5 Monitoring Tekanan Udara

Pada field 4 adalah grafik pembacaan sensor tekanan udara dimana terlihat perubahan tekanan udara berdasarkan waktu pembacaan sensor. seperti yang ditampilkan pada gambar 4.15



Gambar 4.15. Grafik pembacaan sensor tekanan udara

Data pembacaan sensor tekanan udara bisa di download dengan format XML sebagaimana ditampilkan pada gambar 4.16

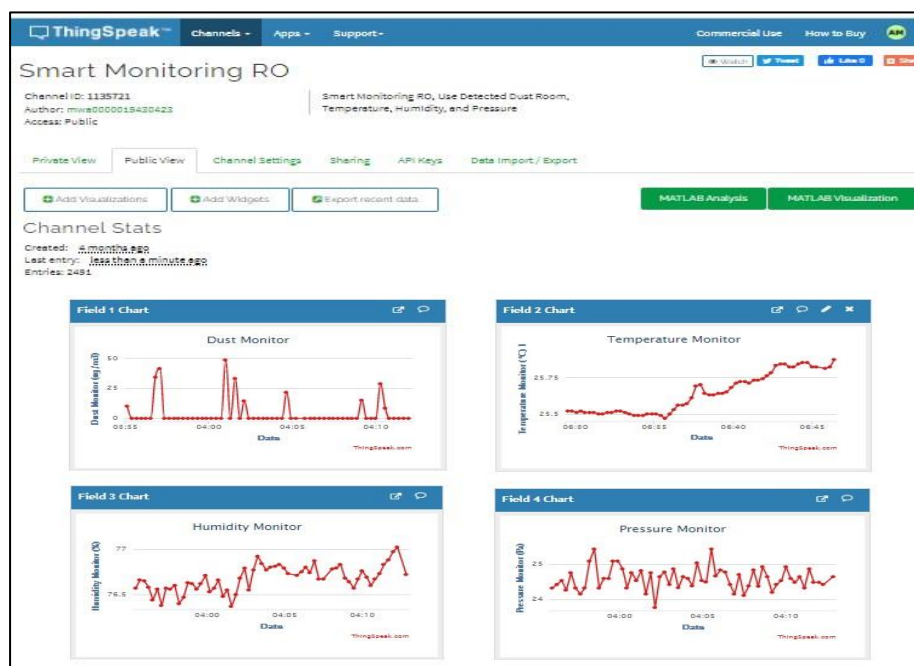
This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document tree is shown below.

```
<channel>
  <id type="integer">1135721</id>
  <name>Smart Monitoring RO</name>
  <description>Smart Monitoring RO, Use Detected Dust Room, Temperature, Humidity, and Pressure</description>
  <latitude type="decimal">0.0</latitude>
  <longitude type="decimal">0.0</longitude>
  <field1>Dust Monitor (ug/m3)</field1>
  <field2>Temperature Monitor (*C) 1</field2>
  <field3>Humidity Monitor (%)</field3>
  <field4>Pressure Monitor (Pa)</field4>
  <created-at type="dateTime">2020-09-05T07:29:30Z</created-at>
  <updated-at type="dateTime">2021-01-15T19:25:53Z</updated-at>
  <last-entry-id type="integer">5491</last-entry-id>
  <feeds type="array">
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-01-16T23:28:58Z</created-at>
      <entry-id type="integer">5392</entry-id>
      <field4>24.23</field4>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-01-16T23:29:15Z</created-at>
      <entry-id type="integer">5393</entry-id>
      <field4>24.32</field4>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-01-16T23:29:32Z</created-at>
      <entry-id type="integer">5394</entry-id>
      <field4>24.50</field4>
    </feed>
  </array>
</channel>
```

Gambar 4.16. Data pembacaan sensor tekanan udara

4.2.6 Monitoring Keseluruhan Sistem

Grafik hasil pembacaan sensor field 1, field 2, field 3 dan field 4 dapat ditampilkan secara bersama-sama sehingga kondisi udara secara keseluruhan bisa dimonitor, seperti yang ditampilkan pada gambar 4.17.



Gambar 4.17. Grafik pembacaan keseluruhan sensor

Data pembacaan keseluruhan sensor bisa di download dengan format XML sebagaimana ditampilkan gambar 4.18

```
This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document tree is shown below.
<channel>
<id type="integer">1135721</id>
<name>Smart Monitoring RO</name>
<description>Smart Monitoring RO, Use Detected Dust Room, Temperature, Humidity, and Pressure</description>
<latitude type="decimal">0.0</latitude>
<longitude type="decimal">0.0</longitude>
<field1>Dust Monitor (ug/m3)</field1>
<field2>Temperature Monitor (*C) 1</field2>
<field3>Humidity Monitor (%)</field3>
<field4>Pressure Monitor (Pa)</field4>
<created-at type="dateTime">2020-09-05T07:29:30Z</created-at>
<updated-at type="dateTime">2021-01-15T19:25:53Z</updated-at>
<last-entry-id type="integer">5445</last-entry-id>
<feeds type="array">
<feed>
<created-at type="dateTime">2021-01-16T23:16:05Z</created-at>
<entry-id type="integer">5346</entry-id>
<field1>12.00 </field1>
<field2>25.08 </field2>
<field3>76.13 </field3>
<field4>24.23 </field4>
</feed>
<feed>
<created-at type="dateTime">2021-01-16T23:16:22Z</created-at>
<entry-id type="integer">5347</entry-id>
<field1>0.00 </field1>
<field2>25.08 </field2>
<field3>76.26 </field3>
<field4>24.32 </field4>
</feed>
<feed>
<created-at type="dateTime">2021-01-16T23:16:39Z</created-at>
<entry-id type="integer">5348</entry-id>
<field1>0.00 </field1>
<field2>25.06 </field2>
<field3>76.25 </field3>
<field4>24.50 </field4>
</feed>
</feeds>
```

Gambar 4.18. Data pembacaan keseluruhan sensor

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan didapat beberapa kesimpulan antara lain :

1. Rancangan prototype alat pemantauan ruang operasi berbasis IoT ini layak untuk dikembangkan dikarenakan mampu melakukan monitoring online selama 24 jam secara realtime dan data historis monitoring bisa diunduh pada aplikasi Thingspeak yang bersifat gratis dan bisa diakses menggunakan PC/Handphone serta nilai pembacaan disajikan dalam bentuk grafik dan angka sehingga mudah dibaca.
2. Tingkat akurasi alat cukup baik hal ini bisa dilihat dari perbandingan nilai pembacaan sensor terhadap alat ukur standar sebagai acuan dimana nilai penyimpangannya kecil serta alat ini sudah dilengkapi dengan system peringatan dini /*Early Warning System (EWS)*
3. Prototype alat monitoring ini dirancang dengan bentuk yang relatif kecil, ringan, mampu membaca tekanan udara positif dan tekanan udara negatif sehingga bisa dipasang pada ruang operasi maupun ruang isolasi.

5.2. Saran

Prototype alat pemantauan ruang operasi berbasis IoT ini perlu di tingkat akurasinya agar lebih presisi lagi pada saat pengukuran salah satunya dengan menggunakan metode logika fuzzy logic.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Kesehatan RI "Pedoman Teknis Bangunan Rumah Sakit, Ruang Operasi," hlm. 52, 2012
- [2] Kementerian Kesehatan RI "Pedoman Teknis Prasarana, Sistem Tata Udara Pada Bangunan Rumah Sakit" hlm. III-12, 2012.
- [3] Kementerian Kesehatan RI "PMK tentang Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit" No. 7, hlm. 24, 2019.
- [4] W. S. Wismana, "Description of Microbiological Air Quality in Operating Room and Health Complaint," *JKL*, vol. 8, no. 2, hlm. 219, Jun 2016, doi: 10.20473/jkl.v8i2.2016.219-228.
- [5] W. Nugroho dan E. M. Rosa, "EVALUASI SARANA DAN PRASARANA DALAM PENGENDALIAN INFEKSI DI DALAM RUANG OPERASI RS PKU MUHAMMADIYAH GAMPING," hlm. 12, 2017.
- [6] P. Prasetyoadi, "SISTEM KENDALI SUHU DAN KELEMBABAN RUANG OPERASI MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ARDUINO DAN METODE LOGIKA FUZZY Studi Kasus : Rumah Sakit Umum Nabire Papua," hlm. 10.
- [7] S. Widodo, M. M. Amin, A. Sutrisman, dan A. A. Putra, "RANCANG BANGUN ALAT MONITORING KADAR UDARA BERSIH DAN GAS BERBAHAYA CO, CO₂, DAN CH₄ DI DALAM RUANGAN BERBASIS MIKROKONTROLER," *pseudocode*, vol. 4, no. 2, hlm. 105–119, Sep 2017, doi: 10.33369/pseudocode.4.2.105-119.
- [8] R. Harisuryo dan B. Setiyono, "SISTEM PENGUKURAN DATA SUHU, KELEMBABAN, DAN TEKANAN UDARA DENGAN TELEMETRI BERBASIS FREKUENSI RADIO," hlm. 9.
- [9] H. A. Widodo, M. Bima, U. Mudjiono, I. Kristiawan, dan P. Tkk, "Pembuatan Sistem Monitoring dan Pengendalian Suhu Gardu Trafo dengan Internet Of Things," hlm. 10, 2018.
- [10] G. K. Bhasworo, F. Rofii, dan F. Hunaini, "Perancangan Sistem Pemantauan Gas dan Peringatan pada Ruangan melalui Jaringan Nirkabel," *Teknik*, vol. 38, no. 2, hlm. 81, Jan 2018, doi: 10.14710/teknik.v38i2.15073.
- [11] N. S. Devi, D. Erwanto, dan Y. B. Utomo, "Perancangan Sistem Kontrol Suhu dan Kelembaban Ruangan pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis Internet of Things," vol. 12, hlm. 10.
- [12] J. M. S. Waworundeng dan O. Lengkong, "Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara dalam Ruangan dengan Platform IoT," *CogITO Smart Journal*, vol. 4, no. 1, hlm. 94, Jun 2018, doi: 10.31154/cogito.v4i1.105.94-103.
- [13] K. Dwicahyo dan B. Prakoso, "TELEMETRI NIRKABEL DATA SUHU, KELEMBABAN, DAN TEKANAN UDARA SECARA REALTIME BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA328P," vol. 4, hlm. 9, 2017.
- [14] H. S. Nida, M. Faiqurahman, dan Z. Sari, "Prototype Sistem Multi-Telemetri Wireless Untuk Mengukur Suhu Udara Berbasis Mikrokontroler ESP8266 Pada Greenhouse," *KINETIK*, hlm. 217–226, Jul 2017, doi: 10.22219/kinetik.v2i3.89.

- [15] W. Sucipto, I. G. A. K. D. Djuni Hartawan, dan W. Setiawan, "RANCANG BANGUN PERANGKAT PEMANTAU CUACA OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER PADA JARINGAN WLAN IEEE 802.11b," *SPEKTRUM*, vol. 4, no. 2, hlm. 48, Jan 2018, doi: 10.24843/SPEKTRUM.2017.v04.i02.p07.
- [16] M. P. Awalliza dan B. Nugraha, "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING SUHU PADA STASIUN TRANSMISI METRO TV JAKARTA DENGAN WEB BERBASIS ARDUINO UNO DAN SIM908," vol. 8, no. 3, hlm. 7, 2017.
- [17] Y. A. Adnantha dan W. A. Kusuma, "Implementasi Wireless Sensor Network Untuk Otomatisasi Suhu Ruang Dan Kelembaban Tanah Pada Greenhouse Berbasis Web Server," *join*, vol. 3, no. 1, hlm. 14, Jun 2018, doi: 10.15575/join.v3i1.169.
- [18] J.-Y. Kim, C.-H. Chu, dan S.-M. Shin, "ISSAQ: An Integrated Sensing Systems for Real-Time Indoor Air Quality Monitoring," *IEEE Sensors J.*, vol. 14, no. 12, hlm. 4230–4244, Des 2014, doi: 10.1109/JSEN.2014.2359832.
- [19] D. Lohani dan D. Acharya, "SmartVent: A Context Aware IoT System to Measure Indoor Air Quality and Ventilation Rate," dalam *2016 17th IEEE International Conference on Mobile Data Management (MDM)*, Porto, Jun 2016, hlm. 64–69, doi: 10.1109/MDM.2016.91.
- [20] K. M. Ng, M. A. Haziq Mohd Suhaimi, A. Ahmad, dan N. A. Razak, "Remote Air Quality Monitoring System by Using MyRIO-LabVIEW," dalam *2018 9th IEEE Control and System Graduate Research Colloquium (ICSGRC)*, Shah Alam, Malaysia, Agu 2018, hlm. 105–109, doi: 10.1109/ICSGRC.2018.8657501.
- [21] A. H. Saptadi dan A. Kiswanto, "Rancang Bangun Web Server Penampil Data Cuaca Berbasis Arduino Menggunakan Sensor BME280 dan BH1750FVI dengan Tiga Mode Tampilan Data," *elkom.jur. tekn. elekt. komp.*, vol. 2, no. 2, hlm. 112–121, Sep 2020, doi: 10.32528/elkom.v2i2.3516.
- [22] "data sheet bme280.pdf." .
- [23] T. F. Arya, M. Faiqurahman, dan Y. Azhar, "APLIKASI WIRELESS SENSOR NETWORK UNTUK SISTEM MONITORING DAN KLASIFIKASI KUALITAS UDARA," vol. 7, hlm. 11, 2018.
- [24] F. Ardiansyah, "SISTEM MONITORING DEBU DAN KARBON MONOKSIDA PADA LINGKUNGAN KERJA BOILER DI PT. KARUNIA ALAM SEGAR," vol. 2, no. 3, hlm. 10, 2018.
- [25] "data sheet sharp GP2Y1010AU0F.pdf." .
- [26] Z. Abidin dan T. Tijaniyah, "Rancang Bangun Pengoperasian Lampu Menggunakan Sinyal Analog Smartphone Berbasis Mikrokontroler," *JEECOM*, vol. 1, no. 1, Okt 2019, doi: 10.33650/jeecom.v1i1.887.
- [27] F. Supegina dan E. J. Setiawan, "RANCANG BANGUN IOT TEMPERATURE CONTROLLER UNTUK ENCLOSURE BTS BERBASIS MICROCONTROLLER WEMOS DAN ANDROID," vol. 8, no. 2, hlm. 6, 2017.
- [28] F. A. Deswar dan R. Pradana, "MONITORING SUHU PADA RUANG SERVER MENGGUNAKAN WEMOS D1 R1 BERBASIS INTERNET OF

- THINGS (IOT),” *Technologia*, vol. 12, no. 1, hlm. 25, Jan 2021, doi: 10.31602/tji.v12i1.4178.
- [29] H. Yuliansyah, “Uji Kinerja Pengiriman Data Secara Wireless Menggunakan Modul ESP8266 Berbasis Rest Architecture,” vol. 10, no. 2, hlm. 10, 2016.
- [30] “Data sheet D6F-PH_0513-253234.pdf.” .
- [31] D. Setiadi dan M. N. A. Muhaemin, “PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IoT) PADA SISTEM MONITORING IRIGASI (SMART IRIGASI),” vol. 3, no. 2, hlm. 8, 2018.
- [32] K. H. R. Subrata H., dan F. Gozali, “Sistem Keamanan Ruangan Berbasis Internet Of Things Dengan Menggunakan Aplikasi Android,” *TESLA*, vol. 20, no. 2, hlm. 127, Feb 2019, doi: 10.24912/tesla.v20i2.2989.
- [33] W. Najib, S. Sulisty, dan Widyawan, “Tinjauan Ancaman dan Solusi Keamanan pada Teknologi Internet of Things,” *JNTETI*, vol. 9, no. 4, hlm. 375–384, Des 2020, doi: 10.22146/jnteti.v9i4.539.
- [34] I. Santiko dan R. Rosidi, “PEMANFAATAN PRIVATE CLOUD STORAGE SEBAGAI MEDIA PENYIMPANAN DATA E-LEARNING PADA LEMBAGA PENDIDIKAN,” *J. Teknik Informatika*, vol. 10, no. 2, hlm. 137–146, Jan 2018, doi: 10.15408/jti.v10i2.6992.
- [35] R. L. Perdana, “Implementasi Cloud Storage di Kantor Kecamatan Ngemplak Boyolali,” *emitor*, vol. 17, no. 1, hlm. 9–17, Mar 2017, doi: 10.23917/emitor.v17i1.5963.
- [36] M. Ginting, “Pemanfaatan Cloud Computing Pada Aplikasi,” vol. 03, hlm. 5, 2018.
- [37] S. A. Akbar, D. B. Kalbuadi, dan A. Yudhana, “ONLINE MONITORING KUALITAS AIR WADUK BERBASIS THINGSPEAK,” *Transmisi*, vol. 21, no. 4, hlm. 109–115, Okt 2019, doi: 10.14710/transmisi.21.4.109-115.
- [38] A. Adam, M. Muharnis, A. Ariadi, dan J. Lianda, “Penerapan IoT Untuk Monitoring Lampu Penerangan Jalan Umum,” *ELINVO*, vol. 5, no. 1, Sep 2020, doi: 10.21831/elinvo.v5i1.31249.
- [39] N. A. Noor dan K. Naim, “IMPLEMENTASI WEBSERVER THINGSPEAK PADA ALAT UKUR PARAMETER PORTABLE SOLAR PANEL,” hlm. 8, 2018.
- [40] H. Fitriyah dan G. E. Setyawan, “Sistem Pemantauan Menggunakan Blynk dan Pengendalian Penyiraman Tanaman Jamur Dengan Metode Logika Fuzzy,” hlm. 8.
- [41] S. Surahman dan E. B. Setiawan, “Aplikasi Mobile Driver Online Berbasis Android Untuk Perusahaan Rental Kendaraan,” *Ultima InfoSys*, vol. 8, no. 1, hlm. 35–42, Agu 2017, doi: 10.31937/si.v8i1.554.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Listing Coding

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 4);
#include <Wire.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266WiFiMulti.h>
#include <ESP8266HTTPClient.h>
#define D6F_ADDR 0x6C
ESP8266WiFiMulti WiFiMulti;
String url; // string untuk menampung url
String api = "V6UIQYEKIE8PHSM0"; // kode API ThingSpeak Kalian (PERLU
DISESUAIKAN)
unsigned long oldTime = 0;
//=====
#include <Wire.h> //libraries untuk pengaksesan i2c
#include <Adafruit_BME280.h> //libraries yang baru saja diinstall seperti cara
diatas
#include <Adafruit_Sensor.h>
#define SEALEVELPRESSURE_HPA (1013.25) //nilai awal untuk pressure
Adafruit_BME280 bme; //penggunaan I2C
//=====
const int pinGP2Y = A0;
int pinLED = D2; // LED diset pada pin D3
int samplingTime = 280; // Lama pengukuran/ sampling
int deltaTime = 40;
int sleepTime = 9680;
//float flow_rate;
//=====
uint8_t conv16_u8_h(int16_t a) {
    return (uint8_t)(a >> 8);
}
uint8_t conv16_u8_l(int16_t a) {
    return (uint8_t)(a & 0xFF);
}
uint16_t conv8us_u16_be(uint8_t* buf) {
    return (uint16_t)((((uint32_t)buf[0] << 8) | (uint32_t)buf[1]));
}
/** <!-- i2c_write_reg16 {{{1 --> I2C write bytes with a 16bit register.
bool i2c_write_reg16(uint8_t slave_addr, uint16_t register_addr,
    uint8_t *write_buff, uint8_t len) {
    Wire.beginTransmission(slave_addr);
    Wire.write(conv16_u8_h(register_addr));
    Wire.write(conv16_u8_l(register_addr));
    if (len != 0) {
        for (uint8_t i = 0; i < len; i++) {
            Wire.write(write_buff[i]);
        }
        Wire.endTransmission();
    }
    return false;
}
```

```

}
/** <!-- i2c_read_reg8 {{{1 --> I2C read bytes with a 8bit register.
*/
bool i2c_read_reg8(uint8_t slave_addr, uint8_t register_addr,
                  uint8_t *read_buff, uint8_t len) {
    Wire.beginTransaction(slave_addr);
    Wire.write(register_addr);
    Wire.endTransmission();
    Wire.requestFrom(slave_addr, len);
    if (Wire.available() != len) {
        return true;
    }
    for (uint16_t i = 0; i < len; i++) {
        read_buff[i] = Wire.read();
    }
    return false;
}
//=====================================================
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    lcd.begin();
    Wire.begin();
    i2c_write_reg16(D6F_ADDR, 0x0B00, NULL, 0);
    lcd.clear();
    WiFi.mode(WIFI_STA);
    WiFiMulti.addAP("mutohar", "affanbagus"); // nama SSID dan Passwordnya
(PERLU DISESUAIKAN)
    pinMode(pinLED, OUTPUT); // Set LED sebagai OUTPUT
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(" Selamat Datang ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Smart System RO");
    lcd.setCursor(-4,2);
    lcd.print("Akhmad Mutohar");
    lcd.setCursor(-4,3);
    lcd.print(" UNISSULA ");
    delay(4000);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Kalibrasi Sensor");
    lcd.setCursor(-4,2);
    lcd.print(" Suhu BME280: ");
    delay(2000);
    //cek sensor
    if (!bme.begin(0x76)) {
        Serial.println("tidak ada sensor BME280, Coba cek rangkaianmu!");
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(-4,3);
        lcd.print("Tidak Terdeteksi");
        while (1);
    }
}

```

```

}
  lcd.setCursor(-4,3);
  lcd.print("    OK    ");
  delay(2000);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Kalibrasi Sensor");
  lcd.setCursor(-4,2);
  lcd.print(" Sensor Debu: ");
  delay(2000);
  lcd.setCursor(-4,3);
  lcd.print("    OK    ");
  delay(2000);
}
void omronsensor(){
}
void bme280(){
  Serial.print("Suhu =");
  Serial.print(bme.readTemperature());
  Serial.print(" *C  ");
  //pembacaan data Kelembaban
  Serial.print("Kelembaban = ");
  Serial.print(bme.readHumidity());
  Serial.print(" %  ");
  //pembacaan data tekanan atmosfer
  //Serial.print("Pressure = ");
  //Serial.print(flow_rate);
  //Serial.print(" Pa  ");
  //pembacaan data ketinggian berdasarkan permukaan laut
  Serial.print("Approx. Altitude = ");
  Serial.print(bme.readAltitude(SEALEVELPRESSURE_HPA));
  Serial.print(" m");
}
void loop() {
  //lcd.clear();
  while (WiFiMulti.run() != WL_CONNECTED)
    Serial.println("Connecting to Wi-Fi . .");
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Connect Wirelles");
    delay(500);
  digitalWrite(pinLED,LOW); // Nyalakan LED
  delayMicroseconds(samplingTime);
  float voMeasured = analogRead(pinGP2Y); // membaca nilai ADC
  delayMicroseconds(deltaTime);
  digitalWrite(pinLED,HIGH); // Matikan LED, karena proses pengukuran telah
  selesai, karena menggunakan metode cuplik
  delayMicroseconds(sleepTime);
  float calcVoltage = voMeasured * (3.3/1024); // konversi nilai ADC ke tegangan
  float dustDensity = (0.17 * calcVoltage - 0.1)*1000; // dalam ug/m3

```

```

if (dustDensity < 0){ //antisipasi nilai negative
dustDensity = 0;
}
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("D: ");
lcd.print(dustDensity);
lcd.print(" gr/m3  ");
//=====
delay(900);
uint8_t send0[] = {0x40, 0x18, 0x06};
i2c_write_reg16(D6F_ADDR, 0x00D0, send0, 3);
delay(50); // wait 50ms
uint8_t send1[] = {0x51, 0x2C};
i2c_write_reg16(D6F_ADDR, 0x00D0, send1, 2);
uint8_t rbuf[2];
if (i2c_read_reg8(D6F_ADDR, 0x07, rbuf, 2)) { // read from [07h]
}
uint16_t rd_flow = conv8us_u16_be(rbuf);
float flow_rate;
// calculation for +/-50[Pa] range
flow_rate = ((float)rd_flow - 1024.0) * 100.0 / 60000.0 - 50.0;
Serial.print("    sensor output:");
Serial.print(flow_rate, 2); // print converted flow rate
Serial.println("[Pa]");
//===== Baca BME280
bme280();
//omronsensor();
//===== Baca Sensor LCD =====
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("T: ");
lcd.print(bme.readTemperature());
lcd.print(" *C  ");
lcd.setCursor(-4,2);
lcd.print("H: ");
lcd.print(bme.readHumidity());
lcd.print(" %    ");
lcd.setCursor(-4,3);
lcd.print("P: ");
lcd.print(flow_rate);
lcd.print(" Pa    ");
delay(1000);
if((WiFiMulti.run() == WL_CONNECTED))
{
    if ((millis() - oldTime) > 10000) {
        HTTPClient http;
        Serial.println("[HTTP] Memulai Koneksi...");
        url = "http://api.thingspeak.com/update?api_key=";
        url += api;
    }
}

```

```

        url += "&field1=" + String(dustDensity) + "&field2=" +
String(bme.readTemperature()) + "&field3=" + String(bme.readHumidity()) +
"&field4=" + String(flow_rate);
        Serial.println(url);
        http.begin(url); //HTTP Request ke URL
        int httpCode = http.GET(); // mengakses jawaban server
        if(httpCode > 0) {
            Serial.printf("[HTTP] GET... code: %d\n", httpCode);
            if(httpCode == HTTP_CODE_OK) {
                String payload = http.getString();
                Serial.println(payload); // print balasan / file html dari server
                Serial.println("\n\n");
            }
        } else {
            Serial.println("[HTTP] GET... failed");
        }
        http.end(); // mengakhiri Request
        oldTime = millis()
    }
}

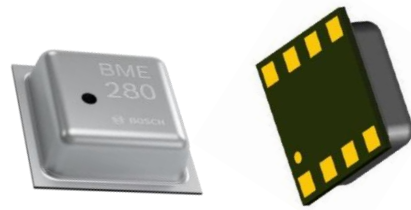
```

Lampiran 2. Data Sheet Sensor BME280GY

BME280

BME280  **BOSCH**

Digital humidity, pressure and temperature sensor



Key features

□ Package	2.5 mm x 2.5 mm x 0.93 mm metal lid LGA
□ Digital interface	I ² C (up to 3.4 MHz) and SPI (3 and 4 wire, up to 10 MHz)
□ Supply voltage	V _{DD} main supply voltage range: 1.71 V to 3.6 V V _{DDIO} interface voltage range: 1.2 V to 3.6 V
□ Current consumption	1.8 µA @ 1 Hz humidity and temperature 2.8 µA @ 1 Hz pressure and temperature 3.6 µA @ 1 Hz humidity, pressure and temperature 0.1 µA in sleep mode
□ Operating range	-40...+85 °C, 0...100 % rel. humidity, 300...1100 hPa
	• Humidity sensor and pressure sensor can be independently enabled / disabled • Register and performance compatible to Bosch Sensortec BMP280 digital pressure sensor □ RoHS compliant, halogen-free, MSL1

Key parameters for humidity sensor

- Response time ($\tau_{63\%}$) 1 s
- Accuracy tolerance ± 3 % relative humidity
- Hysteresis ± 1 % relative humidity

Key parameters for pressure sensor

- RMS Noise 0.2 Pa, equiv. to 1.7 cm
- Offset temperature coefficient ± 1.5 Pa/K, equiv. to ± 12.6 cm at 1 °C temperature change

Typical application

- Context awareness, e.g. skin detection, room change detection
- Fitness monitoring / well-being
- Warning regarding dryness or high temperatures
- Measurement of volume and air flow
- Home automation control

- control heating, venting, air conditioning (HVAC)
- Internet of things
- GPS enhancement (e.g. time-to-first-fix improvement, dead reckoning, slope detection)
- Indoor navigation (change of floor detection, elevator detection)
- Outdoor navigation, leisure and sports applications
- Weather forecast
- Vertical velocity indication (rise/sink speed)

Target devices

- Handsets such as mobile phones, tablet PCs, GPS devices
- Navigation systems
- Gaming, e.g flying toys
- Camera (DSC, video)
- Home weather stations
- Flying toys
- Watches

General Description

The BME280 is as combined digital humidity, pressure and temperature sensor based on proven sensing principles. The sensor module is housed in an extremely compact metal-lid LGA package with a footprint of only $2.5 \times 2.5 \text{ mm}^2$ with a height of 0.93 mm. Its small dimensions and its low power consumption allow the implementation in battery driven devices such as handsets, GPS modules or watches. The BME280 is register and performance compatible to the Bosch Sensortec BMP280 digital pressure sensor (see chapter 5.2 for details). The BME280 achieves high performance in all applications requiring humidity and pressure measurement. These emerging applications of home automation control, in-door navigation, fitness as well as GPS refinement require a high accuracy and a low TCO at the same time.

The humidity sensor provides an extremely fast response time for fast context awareness applications and high overall accuracy over a wide temperature range. The pressure sensor is an absolute barometric pressure sensor with extremely high accuracy and resolution and drastically lower noise than the Bosch Sensortec BMP180. The integrated temperature sensor has been optimized for lowest noise and highest resolution. Its output is used for temperature compensation of the pressure and humidity sensors and can also be used for estimation of the ambient temperature. The sensor provides both SPI and I²C interfaces and can be supplied using 1.71 to 3.6 V for the sensor supply V_{DD} and 1.2 to 3.6 V for the interface supply V_{DDIO} . Measurements can be triggered by the host or performed in regular intervals. When the sensor is disabled, current consumption drops to 0.1 μA .

BME280 can be operated in three power modes (see chapter 3.3):

- sleep mode
- normal mode
- forced mode

In order to tailor data rate, noise, response time and current consumption to the needs of the user, a variety of oversampling modes, filter modes and data rates can be selected.

Specification

If not stated otherwise,

- All values are valid over the full voltage range
- All minimum/maximum values are given for the full accuracy temperature range
- Minimum/maximum values of drifts, offsets and temperature coefficients are $\pm 3\sigma$ values over lifetime
- Typical values of currents and state machine timings are determined at 25 °C
- Minimum/maximum values of currents are determined using corner lots over complete temperature range
- Minimum/maximum values of state machine timings are determined using corner lots over 0...+65 °C temperature range

The specification tables are split into humidity, pressure, and temperature part of BME280.

General electrical specification

Table 1: Electrical parameter specification

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
Supply Voltage Internal Domains	V _{DD}	ripple max. 50 mVpp	1.71	1.8	3.6	V
Supply Voltage I/O Domain	V _{DDIO}		1.2	1.8	3.6	V
Sleep current	I _{DDSL}			0.1	0.3	μA
Standby current (inactive period of normal mode)	I _{DDSB}			0.2	0.5	μA
Current during humidity measurement	I _{DDH}	Max value at 85 °C		340		μA

Current during pressure measurement	I_{DDP}	Max value at -40 °C		714		μA
Current during temperature measurement	I_{DDT}	Max value at 85 °C		350		μA
Start-up time	$t_{startup}$	Time to first communication after both $V_{DD} > 1.58 V$ and $V_{DDIO} > 0.65 V$			2	ms
Power supply rejection ratio (DC)	PSRR	full V_{DD} range			± 0.01 ± 5	%RH/V Pa/V
Standby time accuracy	$\Delta t_{standby}$			± 5	± 25	%

Humidity parameter specification

Table 2: Humidity parameter specification

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
Operating range ¹	R_H	For temperatures < 0 °C and > 60 °C see Figure 1	-40	25	85	°C
			0		100	%RH
Supply current	$I_{DD,H}$	1 Hz forced mode, humidity and temperature		1.8	2.8	μA
Absolute accuracy tolerance	A_H	20...80 %RH, 25 °C, including hysteresis		± 3		%RH
Hysteresis ²	H_H	10→90→10 %RH, 25 °C		± 1		%RH

¹ When exceeding the operating range (e.g. for soldering), humidity sensing performance is temporarily degraded and reconditioning is recommended as described in section 7.8. Operating range only for non-condensing environment.

² For hysteresis measurement the sequence 10→30→50→70→90→70→50→30→10 %RH is used. The hysteresis is defined as the difference between measurements of the humidity up / down branch and the averaged curve of both branches

Nonlinearity ³	NL _H	10→90 %RH, 25 °C		1		%RH
Response time to complete 63% of step ⁴	$\tau_{63\%}$	90→0 or 0→90 %RH, 25 °C		1		s
Resolution	R _H			0.008		%RH
Noise in humidity (RMS)	N _H	Highest oversampling, see chapter 3.6		0.02		%RH
Long term stability	$\square H_{stab}$	10...90 %RH, 25 °C		0.5		%RH/ year

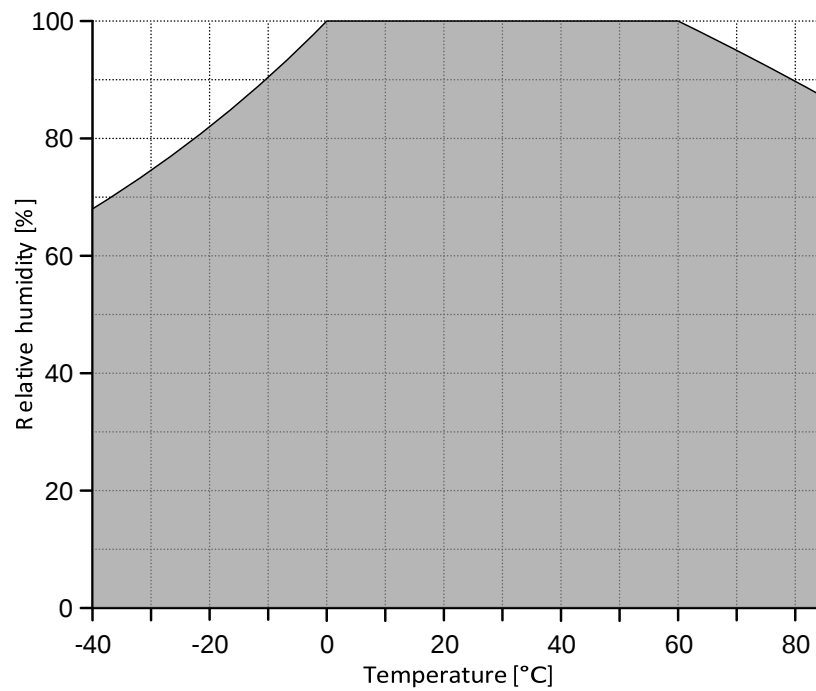


Figure 1: humidity sensor operating range

Pressure sensor specification

Table 3: Pressure parameter specification

³ Non-linear contributions to the sensor data are corrected during the calculation of the relative humidity by the compensation formulas described in section 4.2.3.

⁴ The air-flow in direction to the vent-hole of the device has to be dimensioned in a way that a sufficient air exchange inside to outside will be possible. To observe effects on the response time-scale of the device an air-flow velocity of approx. 1 m/s is needed.

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
Operating temperature range	T _A	operational	-40	25	+85	°C
		full accuracy	0		+65	
Operating pressure range	P	full accuracy	300		1100	hPa
Supply current	I _{DD,LP}	1 Hz forced mode, pressure and temperature, lowest power		2.8	4.2	μA

Temperature coefficient of offset ⁵	TCO _P	25...65 °C, 900 hPa		±1.5		Pa/K
				±12.6		cm/K
Absolute accuracy pressure	A _{Pext}	300... 1100 hPa -20 ... 0 °C		±1.7		hPa
	A _{P,full}	300 ... 1100 hPa 0 ... 65 °C		±1.0		hPa
	A ^P	1100 ... 1250 hPa 25 ... 40 °C		±1.5		hPa
Relative accuracy pressure V _{DD} = 3.3V	A _{rel}	700 ... 900hPa 25 ... 40 °C		±0.12		hPa
Resolution of pressure output data	R _P	Highest oversampling		0.18		Pa
Noise in pressure	N _{P,fullBW}	Full bandwidth, highest oversampling See chapter 3.6		1.3		Pa
				11		cm

⁵ When changing temperature by e.g. 10 °C at constant pressure / altitude, the measured pressure / altitude will change by (10 × TCO_P).

	$N_{P,filtered}$	Reduced bandwidth, highest oversampling See chapter 3.6		0.2		Pa
				1.7		cm
Solder drift		Minimum solder height 50µm	-0.5		+2.0	hPa
Long term stability ⁶	$\square P_{stab}$	per year		±1.0		hPa
Possible sampling rate	f_{sample_P}	Lowest oversampling, see chapter 9.2	157	182		Hz

Temperature sensor specification

Table 4: Temperature parameter specification

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
Operating range	T	Operational	-40	25	85	°C
		Full accuracy	0		65	°C
Supply current	$I_{DD,T}$	1 Hz forced mode, temperature measurement only		1.0		µA
	$A_{T,25}$	25 °C		±0.5		°C

Absolute accuracy temperature ⁷	$A_{T,full}$	0...65 °C		±1.0		°C
	$A_{T,ext}$ ⁸	-20 0 °C		±1.25		°C

⁶ Long term stability is specified in the full accuracy operating pressure range 0 ... 65 °C

⁷ Temperature measured by the internal temperature sensor. This temperature value depends on the PCB temperature, sensor element self-heating and ambient temperature and is typically above ambient temperature.

⁸ Target values & not guaranteed

	$A_{T,ext}^9$	-40 ... -20 °C		±1.5		°C
Output resolution	R_T	API output resolution		0.01		°C
RMS noise	N_T	Lowest oversampling		0.005		°C

Absolute maximum ratings

The absolute maximum ratings are determined over complete temperature range using corner lots.

The values are provided in Table 5.

Table 5: Absolute maximum ratings

Parameter	Condition	Min	Max	Unit
Voltage at any supply pin	V_{DD} and V_{DDIO} pin	-0.3	4.25	V
Voltage at any interface pin		-0.3	$V_{DDIO} + 0.3$	V
Storage temperature	≤ 65% RH	-45	+85	°C
Pressure		0	20 000	hPa
ESD	HBM, at any pin		±2	kV
	CDM		±500	V
	Machine model		±200	V
Condensation	No power supplied	Allowed		

⁹ Target values & not guaranteed

Functional description

Block diagram

Figure 2 shows a simplified block diagram of the BME280:

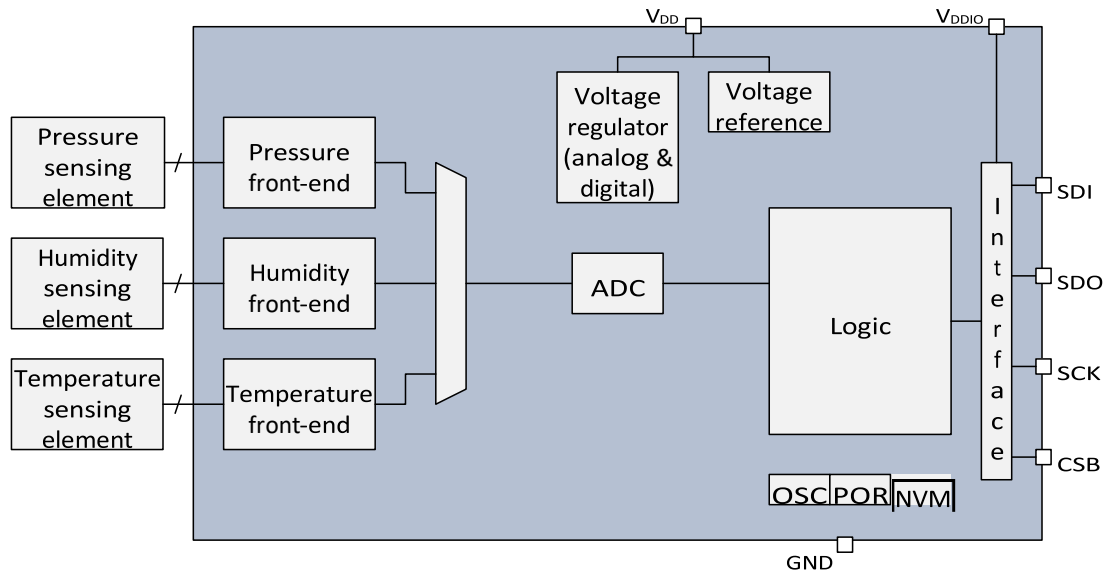


Figure 2: Block diagram of BME280

Power management

The BME280 has two distinct power supply pins

- V_{DD} is the main power supply for all internal analog and digital functional blocks
- V_{DDIO} is a separate power supply pin used for the supply of the digital interface

A power-on reset (POR) generator is built in; it resets the logic part and the register values after both V_{DD} and V_{DDIO} reach their minimum levels. There are no limitations on slope and sequence of raising the V_{DD} and V_{DDIO} levels. After powering up, the sensor settles in sleep mode (described in chapter 3.3.2).

It is prohibited to keep any interface pin (SDI, SDO, SCK or CSB) at a logical high level when V_{DDIO} is switched off. Such a configuration can permanently damage the device due an excessive current flow through the ESD protection diodes.

If V_{DDIO} is supplied, but V_{DD} is not, the interface pins are kept at a high-Z level. The bus can therefore already be used freely before the BME280 V_{DD} supply is established.

Resetting the sensor is possible by cycling V_{DD} level or by writing a soft reset command. Cycling the V_{DDIO} level will not cause a reset.

Sensor modes

The BME280 offers three sensor modes: sleep mode, forced mode and normal mode. These can be selected using the *mode*[1:0] setting (see chapter 5.4.5). The available modes are:

- Sleep mode: no operation, all registers accessible, lowest power, selected after startup
- Forced mode: perform one measurement, store results and return to sleep mode
- Normal mode: perpetual cycling of measurements and inactive periods.

The modes will be explained in detail in chapters 3.3.2 (sleep mode), 3.3.3 (forced mode) and 3.3.4 (normal mode).

Sensor mode transitions

The supported mode transitions are shown in Figure 3. If the device is currently performing a measurement, execution of mode switching commands is delayed until the end of the currently running measurement period. Further mode change commands or other write commands to the register *ctrl_hum* are ignored until the mode change command has been executed. Mode transitions other than the ones shown below are tested for stability but do not represent recommended use of the device.

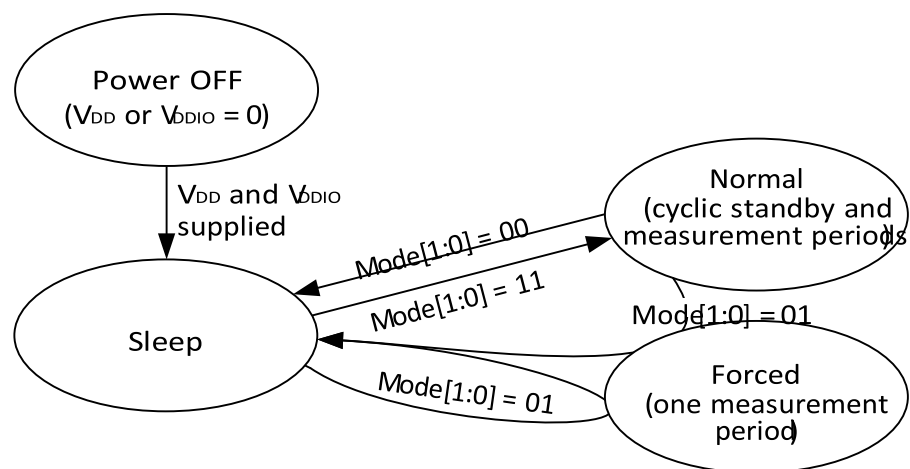


Figure 3: Sensor mode transition diagram

Sleep mode

Sleep mode is entered by default after power on reset. In sleep mode, no measurements are performed and power consumption (I_{DDSM}) is at a minimum. All registers are accessible; Chip-ID and compensation coefficients can be read. There are no special restrictions on interface timings.

Forced mode

In forced mode, a single measurement is performed in accordance to the selected measurement and filter options. When the measurement is finished, the sensor returns to sleep mode and the measurement results can be obtained from the data registers. For anext measurement, forced mode needs to be selected again. This is similar to BMP180 operation. Using forced mode is recommended for applications which require low sampling rate or host-based synchronization. The timing diagram is shown below.

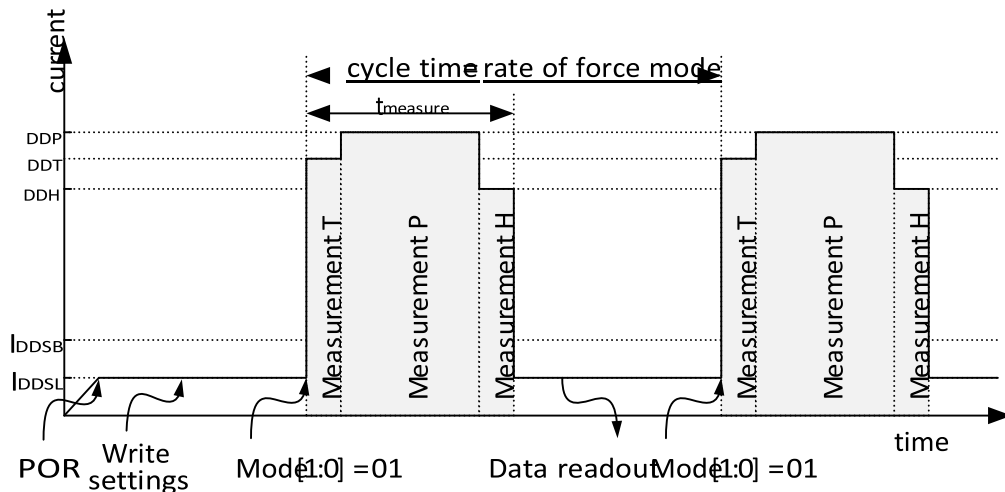


Figure 4: Forced mode timing diagram

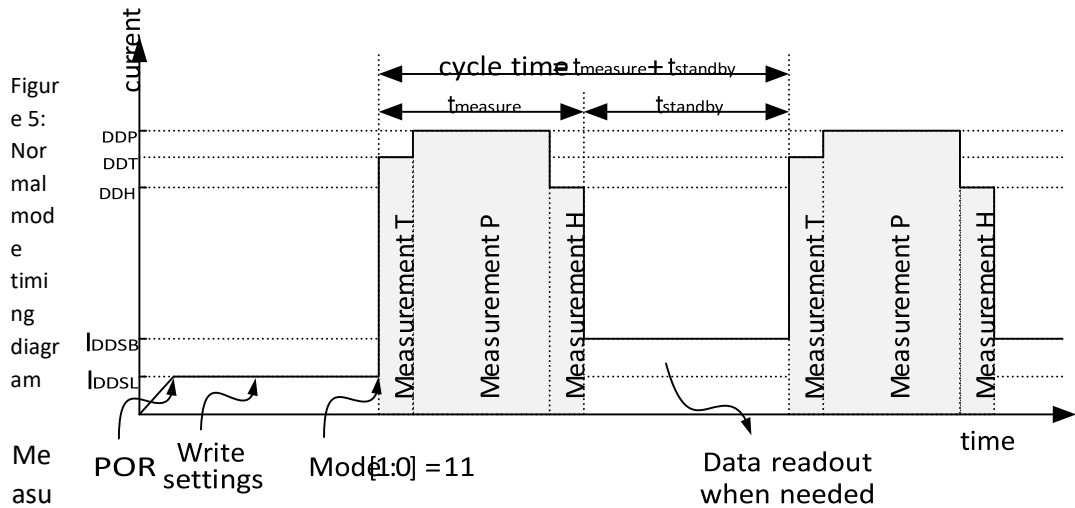
Normal mode

Normal mode comprises an automated perpetual cycling between an (active) measurement period and an (inactive) standby period.

The measurements are performed in accordance to the selected measurement and filter options. The standby time is determined by the setting $t_{sb}[2:0]$ and can be set to between 0.5 and 1000 ms according to Table 27.

The total cycle time depends on the sum of the active time (see chapter 9) and standby time $t_{standby}$. The current in the standby period (I_{DDSB}) is slightly higher than in sleep mode. After setting the measurement and filter options and enabling normal mode, the last measurement results can always be obtained at the data registers without the need of further write accesses.

Using normal mode is recommended when using the IIR filter. This is useful for applications in which short-term disturbances (e.g. blowing into the sensor) should be filtered. The timing diagram is shown below:



Measurement flow

The BME280 measurement period consists of a temperature, pressure and humidity measurement with selectable oversampling. After the measurement period, the pressure and temperature data can be passed through an optional IIR filter, which removes short-term fluctuations in pressure (e.g. caused by slamming a door). For humidity, such a filter is not needed and has not been implemented.

The flow is depicted in the diagram below.

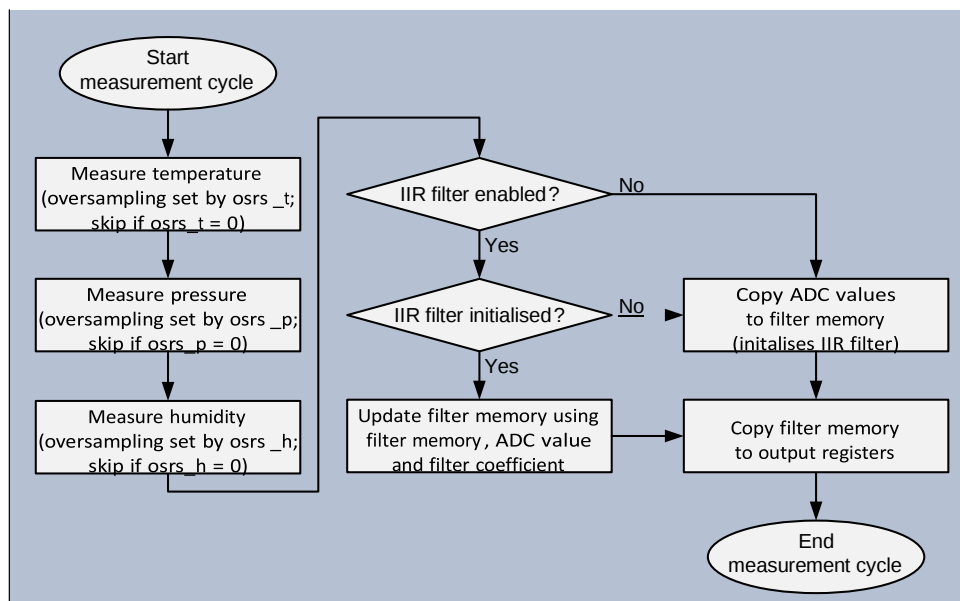


Figure 6: BME280 measurement cycle

Lampiran 3. Data Sheet Sensor D6F-PH0505AD3

MEMS Differential Pressure Sensor D6F-PH

A Compact, High-accuracy Differential Pressure Sensor with Superior Resistance to Environments.

- High accuracy of $\pm 3\%$ R.D.
- Linearized and temperature compensated
- Digital output (I²C communication)
- High flow impedance to reduce the influence of bypass configuration
- RoHS Compliant



Ordering Information

Measurement Range	Applicable Fluid	Model
0 to 250 Pa (0 to 1 in. H ₂ O)	Air	D6F-PH0025AD1
-50 to +50 Pa (± 0.2 in. H ₂ O)		D6F-PH0505AD3
-500 to +500 Pa (± 2 in. H ₂ O)		D6F-PH5050AD3

Note: The Sensor can be calibrated for different gas types. Consult Omron.

Characteristics

Model	D6F-PH0025AD1	D6F-PH0505AD3	D6F-PH5050AD3
Measurement Range (See Note 1)	0 to 250 Pa	± 50 Pa	± 500 Pa
Calibration Gas (See Note 2)	Air		
Port Type	Barb joint, Maximum outside diameter: 4.9mm		
Power Supply	2.3 to 3.6 VDC		
Current Consumption	6 mA max. with no load and V _{CC} of 3.3 V, GND=0 VDC, 25°C		
Resolution	12 bit		
Zero Point Tolerance (See Note 4)	± 0.2 Pa		
Span Tolerance (See Note 4)	$\pm 3\%$ R.D.		
Temperature Compensation	Yes		
Span shift due to Temperature Variation	$\pm 0.5\%$ R.D. per 10°C		
Response Time	25 ms typical at 12 bit resolution (50 ms max). The processing time is 6 ms typical at 12 bit resolution.		
Gas Flow through Sensor (See Note 3)	≤ 63 mL/min	≤ 23 mL/min	≤ 100 mL/min
Interface	I ² C		
Case Material	PPS		
Degree of Protection	IEC IP40		

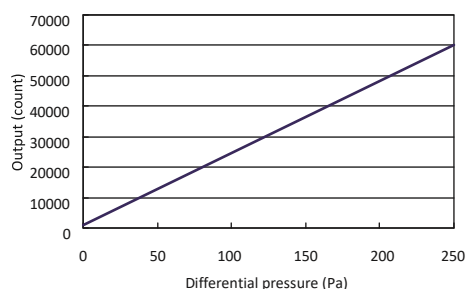
Withstand Pressure	10 kPa
Operating Temperature	-20 to 80°C (with no condensation or icing)
Operating Humidity	35 to 85% RH (with no condensation or icing)
Storage Temperature	-40 to 80°C (with no condensation or icing)
Storage Humidity	35 to 85% RH (with no condensation or icing)
Insulation Resistance	Between Sensor outer cover and lead terminals: 20 MΩ min. (at 500 VDC)
Dielectric Strength	Between Sensor outer cover and lead terminals: 500 VAC, 50/60 Hz min. for 1 min (leakage current: 1 mA max.)
Weight	5.2 g

Note: 1. At standard atmospheric pressure (1013.25 hPa).

2. Dry gas must not contain large particles, e.g., dust, oil or mist.
3. Type D6F-PH is based on thermal flow principle. Air flow is needed to measure the differential pressure. Typical characteristic of air flow by differential pressure is shown in the “Engineering Data” section.
4. The zero point tolerance and span tolerance are independent uncertainties and add according to the principles of error propagation.

Engineering Data

Output Characteristics

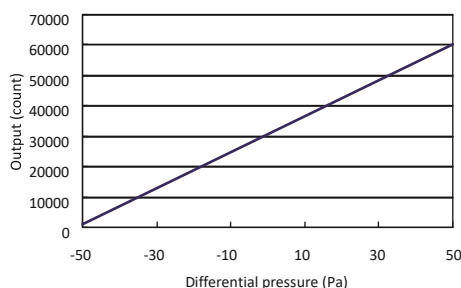


Differential pressure (Pa)	0	50	100	150	200	D6F-PH0025AD1 250
Output (Hex)	1024 (0x0400)	13024 (0x32E0)	25024 (0x61C0)	37024 (0x90A0)	49024 (0xBF80)	61024 (0xEE60)

Differential pressure conversion formula:

$$DP = (OP - 1024) / 60000 \times 250$$

DP = Differential pressure, OP = Output

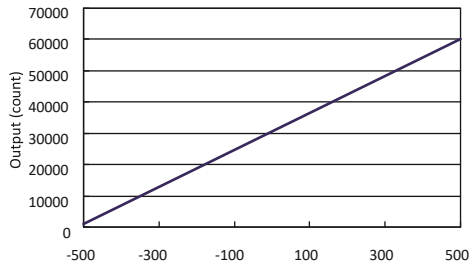


Differential pressure (Pa)	-50	-30	-10	0	10	30	D6F-PH0505AD3 50
Output (Hex)	1024 (0x0400)	13024 (0x32E0)	25024 (0x61C0)	31024 (0x7930)	37024 (0x90A0)	49024 (0xBF80)	61024 (0xEE60)

Differential pressure conversion formula:

$$DP = (OP - 1024) / 60000 \times 100 - 50$$

DP = Differential pressure, OP = Output



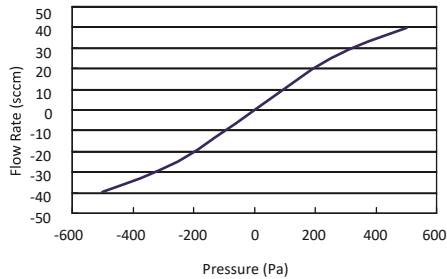
Differential pressure (Pa)	-500	-300	-100	0	100	300	500
Output (Hex)	1024 (0x0400)	11024 (0x2B10)	13024 (0x32E0)	16024 (0x3E98)	21024 (0x5220)	31024 (0x7930)	61024 (0xEE60)

Differ

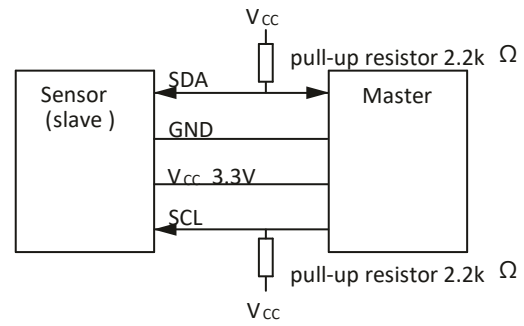
ential pressure conversion formula:
 $DP = (Op - 1024) / 60000 \times 1000 - 500$
 DP = Differential pressure, OP = Output

Note: Measurement conditions: Power supply voltage of 3.3 ± 0.1 VDC, ambient temperature of $25 \pm 5^\circ\text{C}$, and ambient humidity of 25% to 75%.

Relation Between Pressure and Flow Rate



Electrical Connection



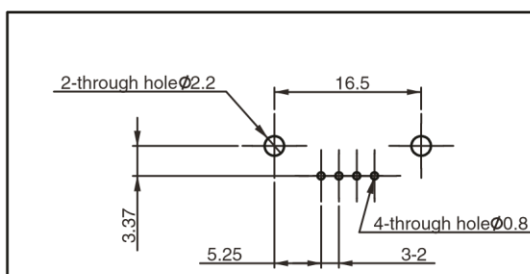
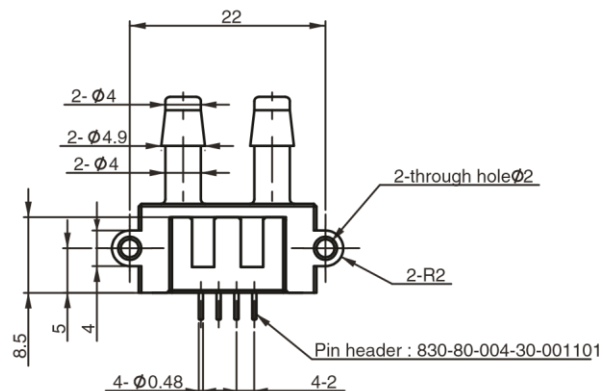
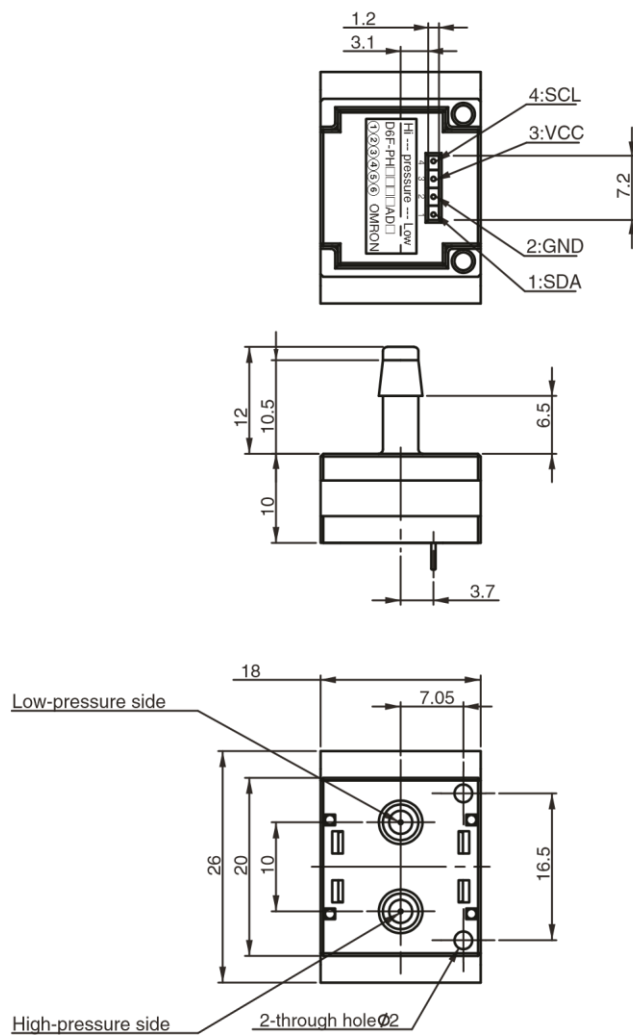
Communication

Method		I ² C
Master/Slave		Slave / Address: HEX: 0x6C BIN: 110_1100 (7bit)
Speed mode		Fast Mode 400kHz
Signals		
	SCL	Serial Clock
	SDA	Data Signal

2

Dimensions

(unit: mm)



Recommendation size for pin header installation (tolerances : ± 0.1)

Precautions

!CAUTION

The D6F is built for use with general-purpose devices. In cases such as those described below, where safety is required, implement measures to ensure the safety of the system and all devices, such as fail-safe designs, redundancy designs, and regular maintenance.

- Safety devices for ensuring safety for persons
- Transportation equipment control and Automotive control (such as applications to stop operation)
- Aviation and space equipment
- Nuclear power equipment

- Do not use the D6F for applications in which D6F operation would directly affect human life.

!CAUTION

Make sure that the power to all equipment is turned OFF before you install the Sensor. Installing the Sensor while the power supply is ON may result in electrical shock or abnormal operation.

■Correct Use

Fluids, Tubes, and Sensor Installation

All Models

- (1) Use clean fluids. Dust and mist can affect the

characteristics of the Sensor or damage the Sensor. Install a filter and mist separator on the upstream tube.

(Not required for the D6F-W≅A1, D6F-P and D6F-PH.)

(2) Do not use combustible gases (e.g., hydrogen), corrosive gases (e.g., chlorine, sulfur, acidic, or alkali gas), or other non-approved fluids. They may damage the Sensor.

(3) The performance specifications that are given for the D6F do not apply if any fluids other than the specified applicable fluid are used.

(4) Foreign matter in the tubes that are connected to the Sensor may damage the Sensor. Prevent any foreign matter from entering the tubes after the Sensor is removed from its packaging.

(5) Attach the tubes so that fluid flows only in the direction designated by the “Hi/Low” pressure markings on the Sensor. Correct measurements cannot be obtained if the fluid flows in the wrong direction.

(6) We recommend that you install the tubes horizontally. If the tubes are not installed horizontally, an error of $\pm 1\%$ FS or higher may result. (This does not apply to the D6F-03A3.)

(7) Install the Sensor on a flat surface. Incorrect installation may damage the Sensor and make it impossible to obtain correct measurements.

(8) After the Sensor is installed, check to confirm that it operates correctly.

(9) Do not drop the Sensor, remove the cover, or attempt to disassemble the Sensor in any way.

D6F-PH0025AD1, D6F-PH0505AD3, and D6F-PH5050AD3

(1) Depending on the ambient environment and installation location, dust, dirt, and other foreign matter may come inside the Sensor and block a part or all of the flow path or accumulate on internal components. This may result in the Sensor not being able to perform to the specifications given above. Always perform a pre-evaluation on your actual equipment and be aware of the possible problems that may occur before you use the Sensor with the actual equipment.

(2) Attach all tubes so that the fluid flows only in the direction from the positive side (+) to the negative side (-).

(3) For PCB-mounting, perform terminal soldering only after the Sensor is secured into place on the PCB.

(4) Use M1.8 panhead screws or equivalent tapping screws to mount the Sensor, and tighten the screws to a maximum torque of 0.36 N·m.

(5) The sensor output is minimally affected with the length of a tube.

The error is less than 1% with a tube (ID:4mm) length up to 800mm.

(6) Soldering

- Please solder properly
- Do not use flow soldering
- Please solder after fixed on the circuit board by screw
- Please use a soldering iron

Soldering condition Pressure: Max.100gf

Temperature: 350 °C

Time: Max.5s

(7) About handling

- The sensor is a precision device, and if large shock and load is applied, it may cause a failure or characteristic change. Please do not use the sensor which has experienced excessive shock to the terminals, a damaged cover, or has fallen.
- The sensor shall only be handled in electrostatic discharge protected areas (EPA) under protected and controlled conditions.

4

Operating Environment

Do not use the Sensor in the following locations:

- Locations directly subject to heat radiated from heating equipment
- Locations subject to water or oil
- Locations subject to direct sunlight
- Locations subject to intense temperature changes
- Locations subject to icing or condensation
- Locations subject to excessive vibration or shock

Countermeasures against Noise

Noise may make it impossible to obtain correct measurements.

Consider the following countermeasures.

- Allow as much space as possible between the Sensor and devices that generate high frequencies (such as high-frequency welders and high-frequency sewing machines) or surges.
- Attach surge absorbers or noise filters to noise-generating devices that are near the Sensor (in particular, equipment with inductance, such as motors, transformers, solenoids, and magnetic coils).

(It also helps to separate pipes and ducts, and to use shielded cables.)

Power Supply

- Do not directly solder power supply leads to the connector terminals. Use only the appropriate connectors.
- Wire with the correct terminal names and polarities. Incorrect wiring will cause failure of internal components.
- When using a commercially available switching regulator, ground the FG (frame ground) and G (ground) terminals.

RoHS Directive

The RoHS mark is displayed on the packing of products for which the six substances banned by the RoHS Directive have been abolished (both in processing and in the electronic components mounted to the PCBs).

*RoHS marking may be terminated if it is later determined that parts that were previously treated as RoHS compliant are not compliant due to circumstances at the supplier of the parts.

RoHS Compliance Criteria

The following standards are used to determine RoHS compliance for the six banned substances. (Items to which the RoHS Directive is not applicable are not given.)

- Lead: 1,000 ppm max.
- Hexavalent chromium: 1,000 ppm max.
- Mercury: 1,000 ppm max.
- PBB: 1,000 ppm max.
- Cadmium: 100 ppm max.
- PBDE: 1,000 ppm max.

Gas Density and Atmospheric Pressure

Change of gas density affects the sensor output.

Change of atmospheric pressure is compensated by the following formula:

$$D_{\text{peff}} = D_p \times (P_{\text{std}} / P_{\text{amb}})$$

D_{peff} : Effective differential pressure

D_p : Differential pressure of the sensor output

P_{std} : Standard atmospheric pressure (1,013.25 hPa)

P_{amb} : Actual ambient atmospheric pressure (hPa)

All sales are subject to Omron Electronic Components LLC standard terms and conditions of sale, which can be found at http://www.components.omron.com/components/web/webfiles.nsf/sales_terms.html

ALL DIMENSIONS SHOWN ARE IN MILLIMETERS.

To convert millimeters into inches, multiply by 0.03937. To convert grams into ounces, multiply by 0.03527.

OMRON®

OMRON ELECTRONIC

COMPONENTS LLC

55 E. Commerce Drive, Suite B
Schaumburg, IL 60173

OMRON ON-LINE

Global - <http://www.omron.com>

USA - <http://www.components.omron.com>

Application note of Sharp dust sensor P2Y1010AU0F

Contents	Page	
1. Outline of this document	1	1
2. Features of GP2Y1010AU0F	1	1
3. Objects to detect	1	1
4. Application	1	1
5. Principle of dust detection	1	1
6. Application guidance	2	2
6-1. Example of system connection	2	3
6-2. Mounting method	3	4
6-3. Basic output handling	4	5
6-4. Other cautions	5	5
7. Dust density characteristics (Example)	5	

Outline of this document :

This application note of Sharp dust sensor “GP2Y1010AU0F” is a document consists from Explanation how to use, cautions when using it, characteristics data, etc. for the customer’s reference when applying this device. When designing the device, please refer to this document and also evaluate it under actual usage conditions.

Features of GP2Y1010AU0F :

- Compact & thin package (46 × 30 × 17.6mm)
- With application of pulse output system, the device can detect even single house dust.
- House dust and cigarette smoke can be distinguished.

Objects to detect :

- House dust
- Cigarette smoke

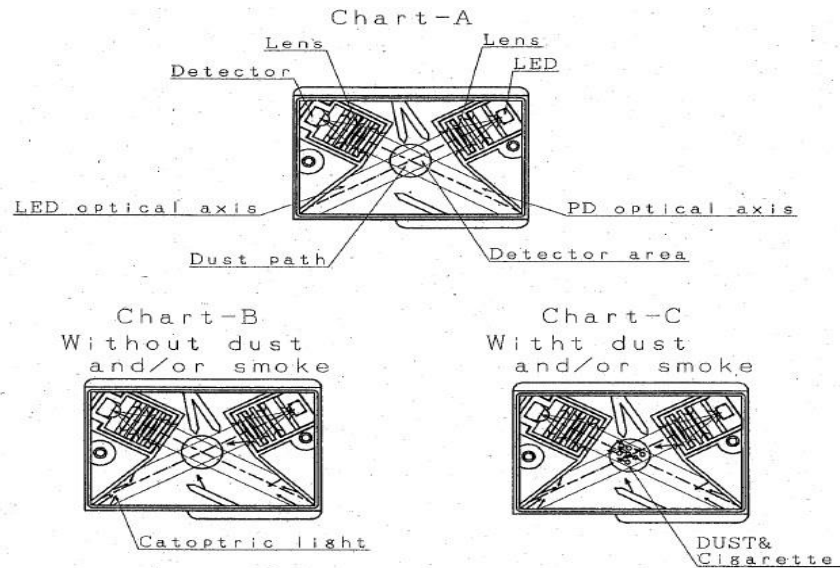
Application • Air conditioner • Air purifier.



Principles of dust detection

This dust sensor “GP2Y1010AU0F” is the device to detect house dust, cigarette smoke, etc. and designed as a sensor for automatic running of application like

air purifier and air conditioner with air purifier function.

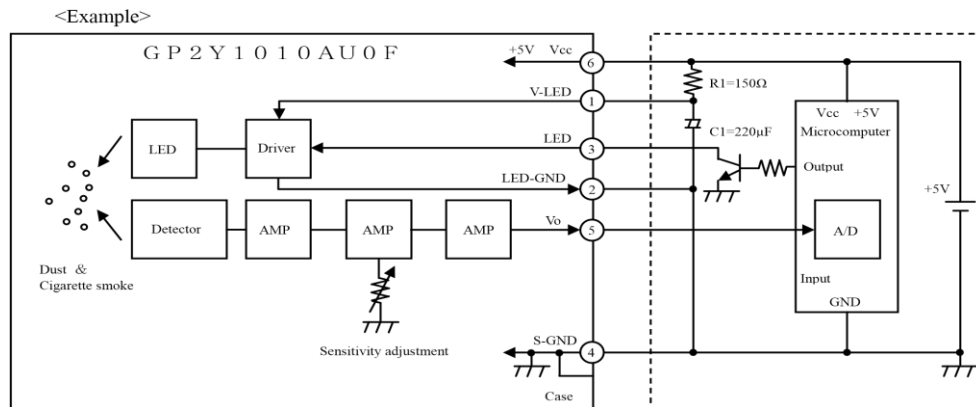


Light from the light emitter (Light Emitting Diode) is spotted with a lens and a slit as shown on the chart-A. Also for the light detector (Photodiode), a lens and a slit is positioned in front of it to cut disturbance light and to detect light reflection (when detecting dust) efficiently. Area where those two optical axis cross is detection area of the device.

Chart-B shows what is ongoing inside of the device when no dust exists and Chart-C shows that when dust exists. The device makes voltage output even when dust is not being detected. This output voltage at no dust condition is specified as V_{oc} on the specification. This is because light emitted from the LED reflects at case of the device & some part of it gets to the detector. Chart-C shows how the device works when dust and/or cigarette smoke exists inside of it. In this case, the detector detects the light reflected from the dust and/or a particle of the cigarette smoke. Current in proportion to amount of the detected light comes out from the detector and the device makes analog voltage output (Pulse output) after the amplifier circuit amplifies the current from the detector.

Application guidance

6-1 Example of system connection

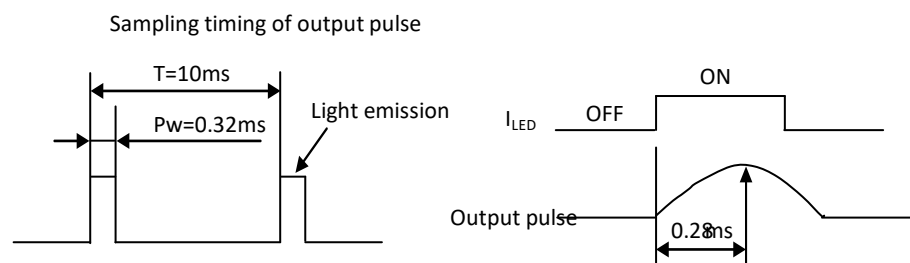


• Resister, $R1=150\Omega$ and capacitor, $C1=220\mu F$ mentioned above is required for pulse drive of the LED of GP2Y1010AU0F. Please use the ones with the above mentioned constants. Without these components, the device does not work. As input conditions of the LED terminal, please apply LED drive conditions mentioned in Electro-optical characteristics chart of the specification. When it is impossible to apply those conditions, please make it within the recommended input conditions mentioned in the specification. When the LED is driven under the condition beyond the specification, characteristics of the

Parameter	Symbol	Specified condition	Recommended condition	Unit
Pulse cycle	T	10	10 ± 1	ms
Pulse width	Pw	0.32	0.32 ± 0.02	ms

device will be affected.

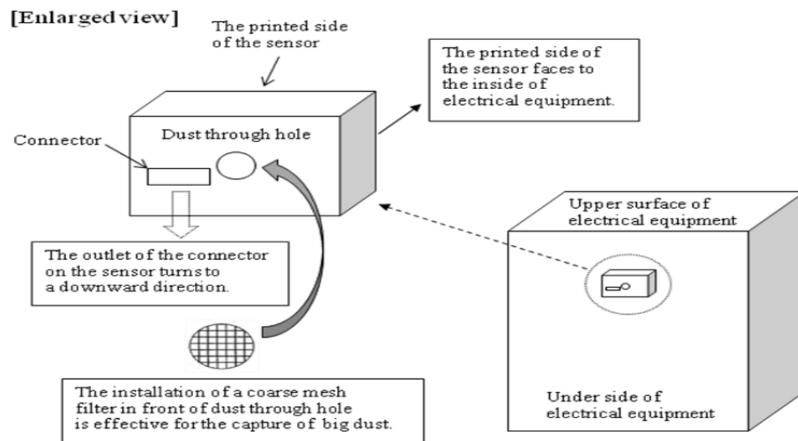
- The LED emits pulse light. Detected signal is amplified by the amplifier circuit and goes out as the output synchronized to the pulse mission of the LED.
- The specified output value is the one that is measured 0.28ms after the LED is turned on. Therefore, it is recommended that microcomputer to read the output 0.28ms after the LED emission also.



Sampling

- Time required for the device to be ready to detect dust from when the system is turned on is less than 1 sec.
- 6-2 Mounting method

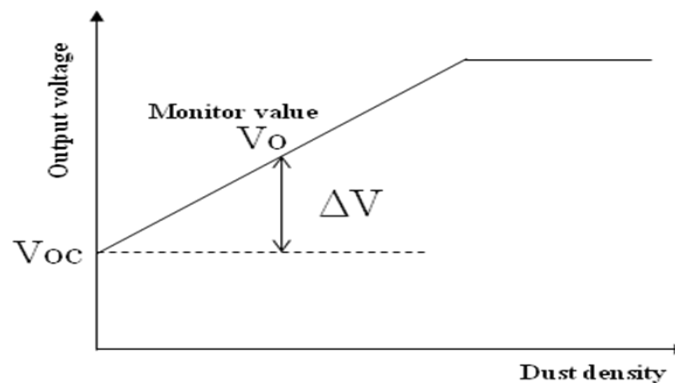
- There is a case that the sensor output may be affected when outer-light comes through dust through hole on the printed side.
- In order to avoid any influence from outer-light, please locate the printed side of the sensor facing to inside of the application.
- In order to avoid any influence from the attachment of dust to the inside of the sensor, please mount the sensor to the application so that the outlet of the connector on the sensor turns to a downward direction.
- Please consider the structure and the mechanism of the equipment so that big dust (string dust, etc.) should not enter the inside of the sensor. The installation of a coarse mesh filter in front of dust through hole is effective for the capture of big dust .
- Please consider the maintenance by vacuum cleaner in preparation for the false sensor output by the attachment of dust to the inside of the sensor.



6-3 Basic output handling

- The output voltage V_o of this sensor is the sum of output voltage at no dust V_{oc} and output proportional to dust density ΔV .
 - Output proportional to dust density ΔV is shown as follows.
 - $\Delta V = V_o - V_{oc}$ (V_o : monitor value)
 - Output voltage at no dust V_{oc} is caused by the stray light occurring in this sensor.
 - This sensor makes V_{oc} voltage even at dust density $0\text{mg}/\text{m}^3$.
 - If dust attached within this sensor increases, V_{oc} becomes bigger. On the other hand, if dust attached within this sensor decreases, V_{oc} becomes smaller.
 - To store V_{oc} in the memory of application is necessary to calculate ΔV from monitor value V_o . If monitor value V_o lower than the memorized V_{oc} appears, this monitor value V_o should be stored in the memory of application as a new V_{oc} .
 - If monitor value V_o maintains a bigger value than the memorized V_{oc} for
-

a certain period of time, this monitor value V_o should be stored in the memory of application as a new V_{oc} .



6-4 Other cautions

- Please do not clean the device since cleaning may affect characteristics of the device and it may result in operation failure of the device.
- VR for sensitivity adjustment is adjusted in accordance to the specification at the time of shipment from Sharp. Therefore, please do not change value of it, or the value may become out of the specifications.
- Please do not disassemble the device. Once disassembled, the device may not have the same characteristics that it has had before the disassembly even if it is assembled again.
- Vibration may affect the characteristics of the device. Therefore, please make sure that the device works properly under actual usage conditions.
- The device does not work properly if bedewing occurs inside of it. Please design products so that the bedewing does not occur inside of the device.
- If the device is placed close to a noise generator (Electric dust collector, etc.), the sensor output may fluctuate due to inductive noise from the noise generator. Please consider the effect of the noise generator to the device when designing products.

Dust density characteristics (Example)

Test condition : According to "Electro-optical characteristics" of the specification of GP2Y1010AU0F.

