

LAPORAN AKHIR PROYEK PERANCANGAN ANTARMUKA



Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis IoT

Tim Penyusun	
Nama	NIM
Wina Sorta Maria Gea	13323009
Eru Tumanggor	13323028
Francisko Lumbantoruan	13323040

INSTITUT TEKNOLOGI DEL

FAKULTAS VOKASI

DIII TEKNOLOGI KOMPUTER

2025

DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
BAB III LANGKAH-LANGKAH DESAIN.....	9
3.1 Mencari Referensi Desain di Internet.....	9
3.2 Membuat Sketsa Awal di Kertas	10
3.3 Membuat Gambar 3D di SolidWorks.....	11
3.3.1 Desain Casing Luar	12
3.3.2 Desain Casing Dalam	12
3.4 Membuat Assembly untuk Menyatukan Semua Bagian	17
3.5 Membuat Gambar Teknik (Drawing).....	19
BAB IV HASIL DESAIN.....	21
4.1 Gambar Desain.....	21
4.1.1 Desain Casing Luar (Besi)	21
4.2.2 Desain Casing Dalam atau Casing PCB.....	23
4.2 Gambar Teknik.....	25
4.2.1 Casing Luar (Besi)	25
4.3Kelebihan dan Kekurangan.....	31
BAB V PENUTUP	34
5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran.....	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Referensi Desain di Internet.....	9
Gambar 2. 2 sketsa casing luar	10
Gambar 2. 3 sketsa casing dalam.....	11
Gambar 2. 4 Fitur Sketch Dasar Pada Casing PCB	13
Gambar 2. 5 Fitur Extrude Boss/Base Pada Casing PCB	13
Gambar 2. 6 Fitur Offset Entities Pada Casing PCB	13
Gambar 2. 7 Fitur Extrude Bose/Base Pada Casing PCB	14
Gambar 2. 8 Fitur Extrude Cut Pada Casing PCB Sebelah kanan.....	14
Gambar 2. 9 Fitur Extrude Cut Pada Casing PCB Sebelah kiri.....	15
Gambar 2. 10 Fitur Sketch Dasar Pada Tutup Casing	15
Gambar 2. 11 Fitur Extrude Boss/Base Pada Tutup Casing	16
Gambar 2. 12 Fitur Offset Entities Pada Tutup Casing Ukuran 2mm.....	16
Gambar 2. 13 Fitur Offset Entities Pada Tutup Casing Ukuran 3mm	17
Gambar 2. 14 Fitur Extrude Bose/Base Pada Tutup Casing	17
Gambar 2. 15 assambly pada casing bagian Luar.....	18
Gambar 2. 16 assambly pada casing bagian dalam	18
Gambar 2. 17 Teknik drawing pada bagian luar casing	19
Gambar 2. 18 Teknik drawing pada bagian dalam casing	20
Gambar 2. 19 Desain casing dari berbagai Sudut.....	21
Gambar 2. 20 Desain Casing Dalam.....	23
Gambar 2. 21 Front View	26
Gambar 2. 22 Top View	27
Gambar 2. 23 Side View.....	29
Gambar 2. 24 Isometrik View.....	31

DAFTAR TABEL

Table 1 Tabel Spesifikasi Dimensi Casing	6
Table 2 Fitur unggulan SolidWorks.....	7
Table 3 Fungsi desain casing luar	22
Table 4 fungsi dari komponen casing dalam	24

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas udara di dalam ruangan seperti ruang kelas, laboratorium, dan ruang diskusi memiliki peran penting dalam menjaga kenyamanan, kesehatan, dan produktivitas penggunanya. Di lingkungan tertutup, penurunan kualitas udara sering terjadi akibat akumulasi karbon dioksida (CO_2), kelembaban tinggi, serta keberadaan partikel debu dan polutan lain akibat sirkulasi udara yang kurang optimal. Kondisi ini, meskipun tidak selalu disadari, dapat menyebabkan berbagai dampak negatif seperti rasa kantuk, sesak napas, penurunan konsentrasi, bahkan gangguan kesehatan jangka panjang.

Di Institut Teknologi Del, ruang-ruang dalam digunakan secara intensif oleh mahasiswa dan dosen dalam kegiatan akademik dan riset. Namun, belum tersedia sistem pemantauan kualitas udara yang bekerja secara otomatis dan real-time. Pemantauan yang ada masih bersifat manual atau bahkan tidak dilakukan sama sekali, sehingga risiko terhadap kesehatan dan kenyamanan pengguna ruangan kerap terabaikan. Untuk menjawab kebutuhan tersebut, dirancanglah sebuah sistem monitoring kualitas udara berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu memantau kondisi lingkungan dalam ruangan secara otomatis dan berkelanjutan. Sistem ini memanfaatkan sensor untuk mengukur parameter penting seperti suhu, kelembaban, konsentrasi CO_2 , dan partikel debu (PM2.5), serta mengirimkan data secara real-time ke platform pemantauan. Sistem bersifat pasif, artinya tidak melakukan pengendalian langsung terhadap kondisi lingkungan, namun menyediakan informasi yang dapat dijadikan dasar pengambilan keputusan secara manual, seperti membuka ventilasi atau mengaktifkan sirkulasi udara.

Proyek ini dirancang menggunakan pendekatan berbasis teknologi sistem tertanam dan komunikasi data, serta dimodelkan dalam bentuk prototype menggunakan perangkat lunak desain seperti SolidWorks. Proses perancangan melibatkan pembuatan casing dengan model 3D yang presisi, penggabungan komponen elektronik seperti ESP32, sensor, dan modul daya, hingga pembuatan gambar teknik sebagai panduan perakitan. Dengan pendekatan ini, proyek tidak hanya berfungsi sebagai solusi nyata untuk pemantauan kualitas udara, tetapi juga melatih keterampilan

teknis mahasiswa dalam bidang desain sistem, pemrograman, dan pengembangan perangkat IoT yang aplikatif.

1.2 Tujuan

Tujuan dari proyek ini adalah untuk menghasilkan sistem monitoring kualitas udara dalam ruangan (indoor) yang dilengkapi dengan desain 3D casing yang presisi dan dapat dicetak menggunakan teknologi 3D printing. Proyek ini bertujuan agar desain 3D tersebut dapat digunakan secara langsung untuk menampung dan melindungi komponen elektronik seperti sensor, mikrokontroler, dan modul komunikasi. Selain itu, sistem yang dikembangkan juga ditargetkan mampu memantau parameter kualitas udara seperti suhu, kelembaban, kadar CO₂, dan partikel debu (PM2.5) secara real-time, sehingga dapat digunakan secara praktis di lingkungan indoor.

1.3 Batasan

Untuk menjaga fokus dan ruang lingkup penggerjaan, proyek ini memiliki beberapa batasan sebagai berikut:

1. Proyek hanya mencakup perancangan dan pencetakan casing prototype 3D menggunakan teknologi 3D printing, tanpa mencakup proses produksi massal atau desain untuk manufaktur skala industri.
2. Sistem pemantauan kualitas udara terbatas pada penggunaan tiga sensor, yaitu PM2.5, DHT22, dan GY-SGP30, yang mencakup parameter PM2.5, suhu, kelembaban, CO₂, dan TVOC.
3. Pemantauan data hanya dilakukan melalui aplikasi Blynk, tanpa integrasi dengan platform lain seperti web, server lokal, atau cloud mandiri.
4. Tidak dilakukan pengujian ketahanan jangka panjang terhadap kondisi lingkungan ekstrem seperti paparan hujan, suhu tinggi, atau debu luar ruang.
5. Desain casing dibuat khusus untuk mendukung dimensi dan tata letak komponen dari sistem ini, sehingga tidak bersifat universal atau modular untuk perangkat lain.
6. Sistem bersifat pasif, yaitu hanya berfungsi sebagai alat pemantau tanpa kemampuan kontrol otomatis seperti aktivasi kipas, buzzer, atau sistem notifikasi darurat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tentang Produk yang Dirancang

Produk yang dirancang adalah casing prototype dua lapis untuk sistem monitoring kualitas udara berbasis IoT. Struktur casing terdiri dari:

- Lapisan luar berbahan logam (besi) sebagai pelindung utama terhadap benturan dan cuaca ringan. Bagian atas dilengkapi lubang ventilasi, port akses yang presisi, dan pintu inspeksi yang diletakan di bagian atas untuk memudahkan pemeriksaan tanpa membuka seluruh casing.
- Lapisan dalam berupa casing hasil 3D printing dari bahan PLA+, dirancang khusus untuk menampung PCB, mikrokontroler ESP32, dan konektor daya. Sensor tidak ditempatkan di dalam casing dalam, melainkan dipasang langsung pada sisi luar casing agar pengukuran tidak terpengaruh ruang tertutup.

Casing dilengkapi kaki tripod berbahan logam yang dipasang di bagian bawah untuk memastikan alat dapat berdiri kokoh di berbagai permukaan, baik di dalam ruangan maupun di area semi-terbuka seperti teras atau halaman kampus. Desain keseluruhan dibuat menggunakan perangkat lunak pemodelan 3D seperti SolidWorks, dengan fokus pada presisi dimensi, kemudahan perakitan, dan kestabilan fisik.

Table 1 Tabel Spesifikasi Dimensi Casing

Bagian Casing	Dimensi (P x L x T)	Bahan
Casing Luar	3000mm x 41500mm x 220mm	Logam (Besi)
Casing Dalam	110mm x 210mm x 40mm	Plastik (PLA+ - 3D Printing)

2.2 Tentang SolidWorks

SolidWorks adalah perangkat lunak Computer-Aided Design (CAD) berbasis parametrik yang digunakan untuk membuat model 3D, merancang perakitan mekanik, dan mempersiapkan desain untuk proses manufaktur seperti 3D printing. Dalam proyek ini, SolidWorks digunakan karena kemampuannya dalam merancang casing sistem monitoring kualitas udara secara presisi, sehingga seluruh komponen seperti ESP32, sensor DHT22, SGP30, PM2.5, dan PCB dapat dipasang dengan aman dan efisien.

Fitur Unggulan SolidWorks yang Digunakan:

Table 2 Fitur unggulan SolidWorks

Fitur SolidWorks	Penjelasan Singkat	Kegunaan dalam Proyek
Sketch Tools	Menggambar bentuk dasar (2D)	Membuat profil casing
Extrude / Cut	Mengubah sketsa 2D menjadi objek 3D	Membuat bentuk volume dan lubang ventilasi
Measure Tool	Mengukur dimensi antar elemen	Menyesuaikan ukuran slot kabel dan sensor
Export STL	Menyimpan file untuk 3D printing	Mencetak casing dengan printer 3D
Linear Pattern	Menggandakan fitur atau lubang secara linear (berjarak teratur dalam baris/kolom)	Membuat deretan lubang ventilasi atau dudukan sekrup secara cepat dan konsisten
Offset Entities	Membuat sketsa baru yang sejajar dan berjarak tetap dari sketsa yang sudah ada	Digunakan untuk membuat dinding casing, bingkai pelindung, atau batas ruang komponen

Dengan fitur-fitur tersebut, SolidWorks tidak hanya membantu dalam membuat desain casing yang presisi, tetapi juga memungkinkan visualisasi dan validasi desain sebelum diproduksi, sehingga menghemat waktu dan biaya dalam pengembangan prototype perangkat.

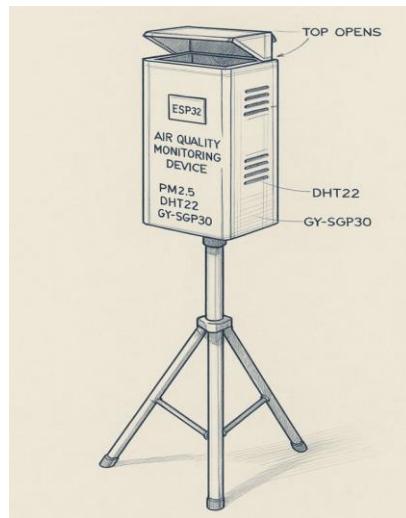
BAB III

LANGKAH-LANGKAH DESAIN

Pada bab ini akan dijelaskan secara rinci tahapan-tahapan yang dilakukan dalam proses perancangan casing perangkat Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis IoT menggunakan software SolidWorks. Proses desain dilakukan secara bertahap mulai dari perencanaan awal, pembuatan model 3D, perakitan komponen, hingga pembuatan gambar teknik sebagai panduan produksi. Berikut ini adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam proses desain tersebut:

3.1 Mencari Referensi Desain di Internet

Langkah pertama yang dilakukan adalah mengumpulkan referensi dari berbagai sumber di internet, seperti situs berbagi desain 3D (GrabCAD, Thingiverse), forum teknis, dan dokumentasi proyek sejenis. Referensi ini membantu dalam menentukan konsep bentuk casing, tata letak komponen, sistem ventilasi, dan mekanisme perakitan. Selain itu, referensi juga digunakan untuk memahami batasan desain yang sesuai dengan pencetakan 3D. Berikut merupakan gambar referensi desain dari Internet:



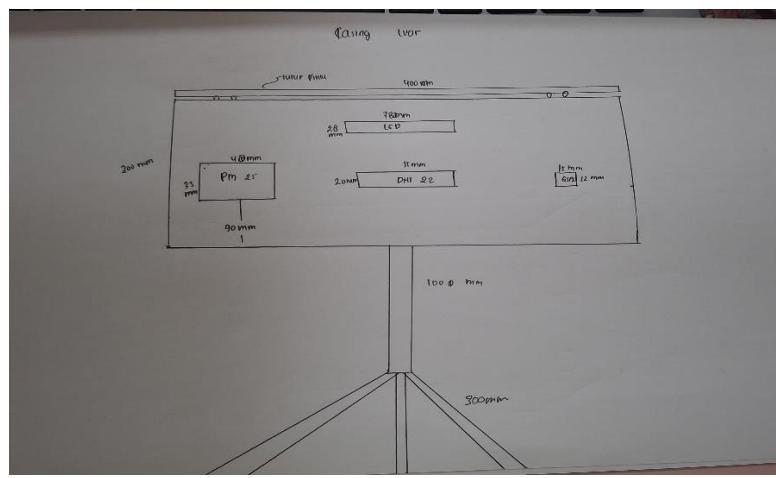
Gambar 2. 1 Referensi Desain di Internet

3.2 Membuat Sketsa Awal di Kertas

Setelah memperoleh inspirasi dari referensi, dilakukan pembuatan sketsa awal secara manual di atas kertas. Sketsa ini meliputi:

- Casing luar

Dirancang sebagai pelindung utama berbahan logam (besi), dengan bukaan di bagian atas untuk memudahkan pengamatan dan sirkulasi udara.

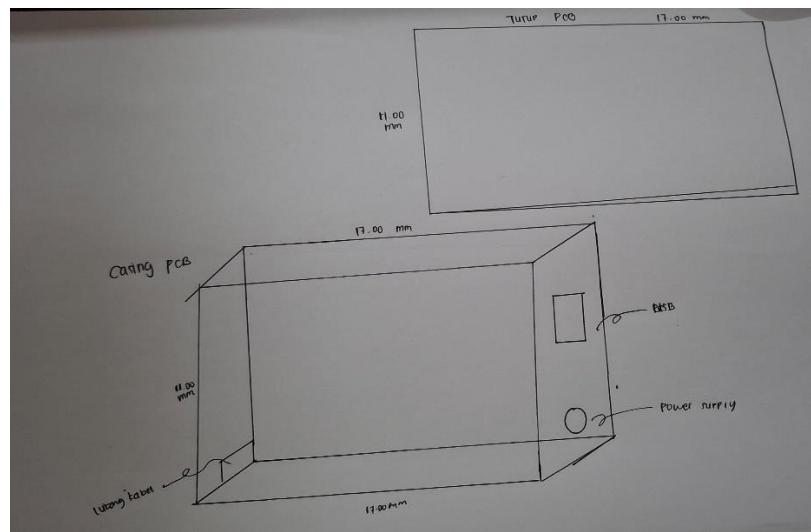


Gambar 2. 2 sketsa casing luar

Sketsa ini merupakan rancangan awal casing luar sebuah sistem elektronik yang digambar di atas kertas. Casing berukuran 400 mm x 200 mm dan dilengkapi tiang penyangga setinggi 1000 mm dengan kaki tripod sepanjang 300 mm. Di bagian depan casing terdapat bukaan untuk komponen seperti LCD, sensor PM2.5, DHT22, dan SGP30. Pada bagian atas casing dirancang sebuah pintu yang dapat dibuka tutup untuk memudahkan akses ke dalam perangkat, seperti saat pemasangan, perawatan, atau pengecekan komponen. Sketsa ini bertujuan untuk memvisualisasikan penempatan dan ukuran komponen serta aksesibilitas sebelum masuk ke tahap desain akhir.

- Casing dalam

Dibuat untuk menampung dan menahan seluruh komponen elektronik di posisi yang tepat. Desainnya disesuaikan dengan mikrokontroler dan konektor power supply.



Gambar 2. 3 sketsa casing dalam

Gambar ini merupakan sketsa awal casing dalam atau casing PCB dari sistem elektronik, yang digambar secara manual di atas kertas. Casing ini memiliki ukuran panjang 170mm, lebar 110mm, dan tinggi 40 mm. Pada bagian dalam casing terdapat ruang khusus untuk meletakkan PCB serta slot untuk komponen eksternal. Di sisi kanan casing terdapat lubang untuk konektor USB dan power supply, memungkinkan pemasangan kabel daya dan transfer data dari luar ke sistem. Selain itu, casing ini juga dilengkapi dengan tutup atas yang dapat dibuka tutup untuk memudahkan perawatan atau pemasangan komponen. Sketsa ini berfungsi untuk menggambarkan tata letak dan dimensi casing internal secara akurat sebelum proses pembuatan fisik dilakukan.

Sketsa awal membantu dalam menyusun layout komponen dan menentukan ukuran kasar masing-masing bagian.

3.3 Membuat Gambar 3D di SolidWorks

Setelah sketsa awal diselesaikan, langkah selanjutnya adalah membuat model 3D menggunakan SolidWorks. Proses desain dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu casing luar terbuat dari besi dan casing dalam atau casing pcb.

3.3.1 Desain Casing Luar

Casing luar dirancang sebagai struktur pelindung berbahan logam, dengan pertimbangan kekuatan dan kemudahan akses:

- Fitur utama: dinding pelindung, pintu atas untuk akses visual, dan ventilasi udara.
- Fitur yang digunakan:
 - Sketch Dasar untuk menggambar bentuk dasar casing dalam ukuran milimeter.
 - *Extrude Boss/Base* untuk membentuk dinding dan penutup.
 - *Cut-Extrude* untuk lubang ventilasi dan sensor sensor dan lcd

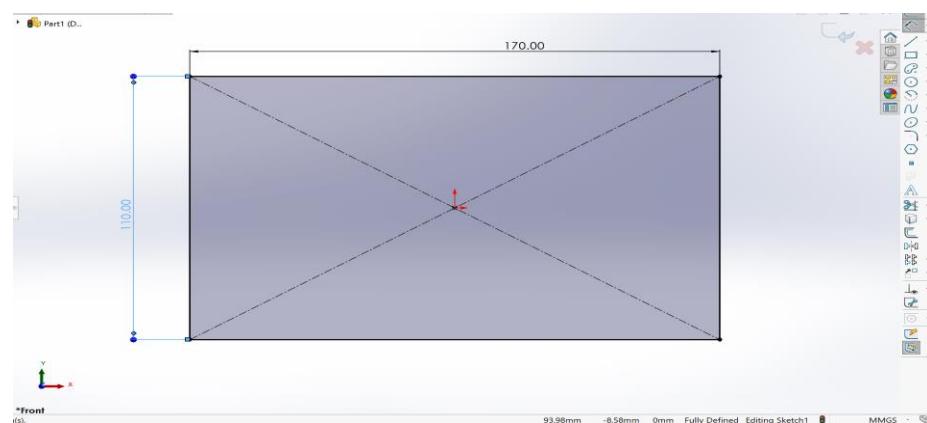
Casing luar bersifat kokoh dan berfungsi sebagai pelindung utama dari kondisi luar seperti debu atau benturan.

3.3.2 Desain Casing Dalam

Casing dalam berfungsi untuk menahan komponen elektronik di posisi yang tepat, dengan bentuk yang lebih kompleks dan presisi. Bahan yang digunakan adalah PLA+ yang dicetak dengan printer 3D.

- Fitur utama: lubang mikrokontroler dan lubang power supply, jalur kabel, tutup casing.
- Fitur yang digunakan pada kotak casing PCB:
 - Sketch Dasar

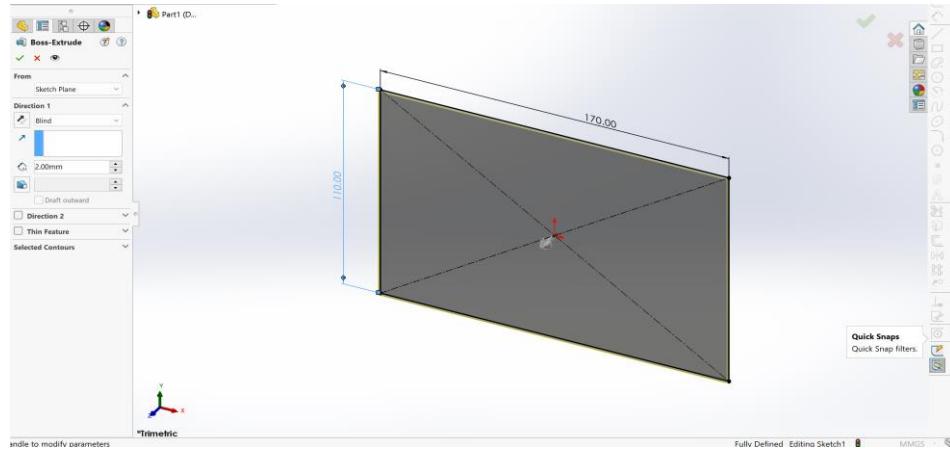
Menggunakan fitur *Sketch Tools* untuk menggambar bentuk dasar casing dalam ukuran milimeter.



Gambar 2. 4 Fitur Sketch Dasar Pada Casing PCB

- Extrude Boss/Base

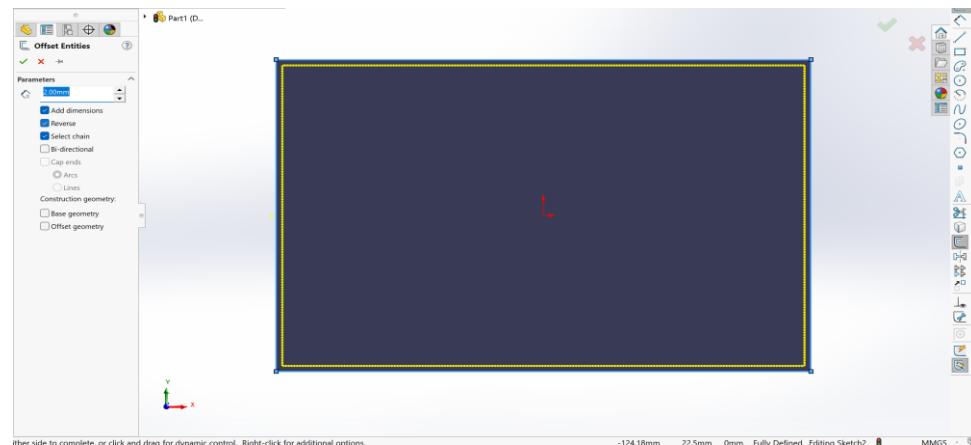
Fitur *Extrude Boss/Base* digunakan untuk membuat volume casing dari sketsa 2D dengan ketebalan 2mm.



Gambar 2. 5 Fitur Extrude Boss/Base Pada Casing PCB

- Fitur Offset Entities

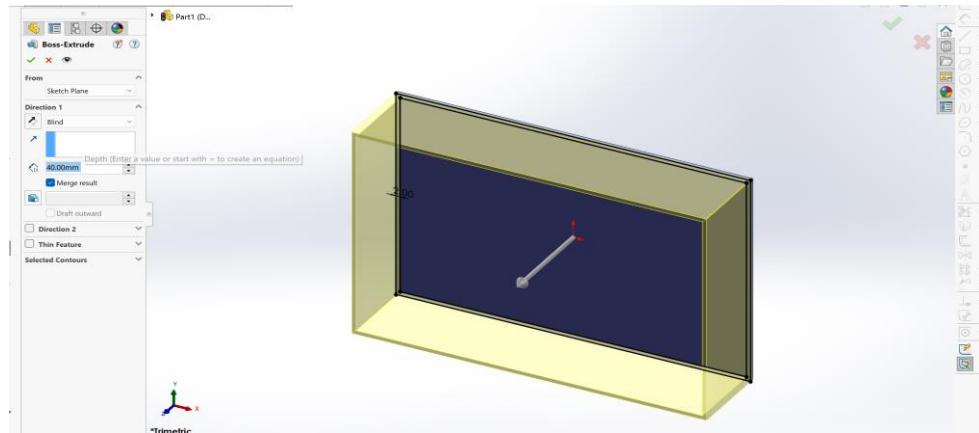
Untuk membuat dinding casing dengan ketebalan seragam, digunakan fitur *Offset Entities* dari garis luar sketsa.



Gambar 2. 6 Fitur Offset Entities Pada Casing PCB

- Extrude Bose/Base

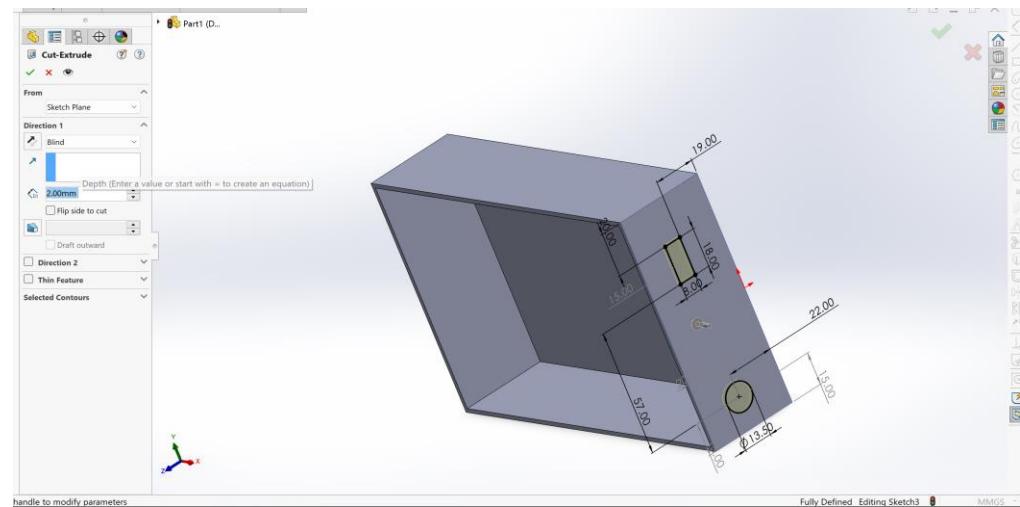
Setelah proses offset entities selesai, langkah selanjutnya adalah melakukan extrude pada casing yang telah di-offset dengan ketebalan 40 mm.



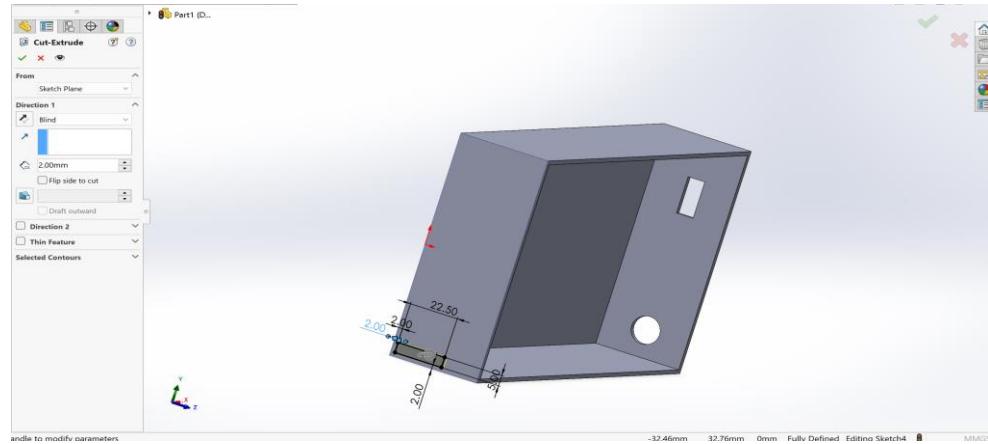
Gambar 2. 7 Fitur Extrude Bose/Base Pada Casing PCB

- Extrude Cut

Setelah proses offset entities selesai, dilakukan extrude pada casing. Kemudian, fitur Extruded Cut dimanfaatkan untuk membuat lubang-lubang seperti port USB dan power supply pada sisi kiri dan pada sisi kanan digunakan untuk membuat lubang kabel yang tersambung pada PCB.



Gambar 2. 8 Fitur Extrude Cut Pada Casing PCB Sebelah kanan

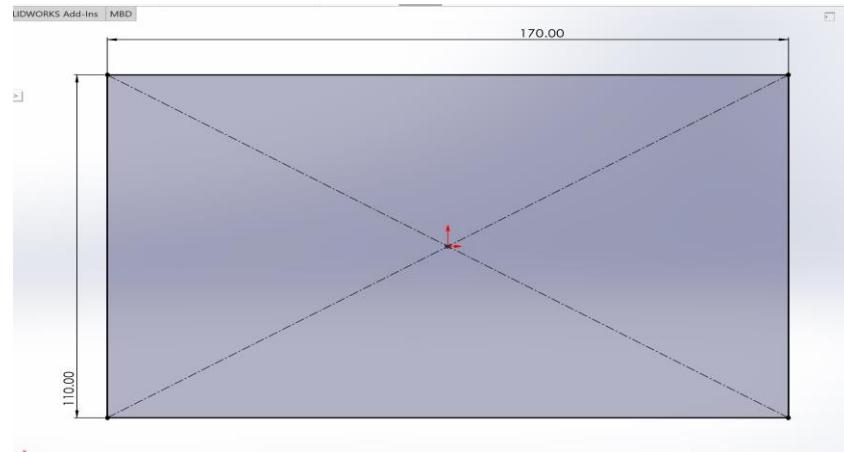


Gambar 2. 9 Fitur Extrude Cut Pada Casing PCB Sebelah kiri

- Fitur yang digunakan pada tutup casing PCB:

- Sketch Dasar

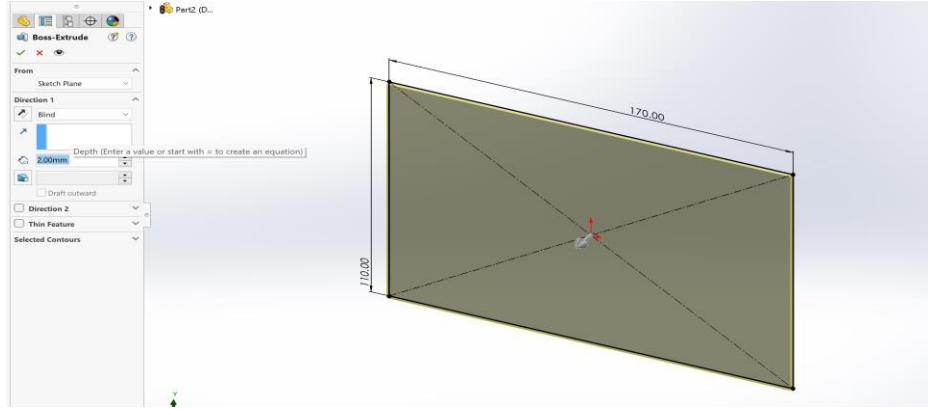
Untuk membuat bagian tutup pada casing PCB yang pertama dilakukan adalah membuat sketch dasar menggunakan ukuran milimeter.



Gambar 2. 10 Fitur Sketch Dasar Pada Tutup Casing

- Extrude Boss/Base

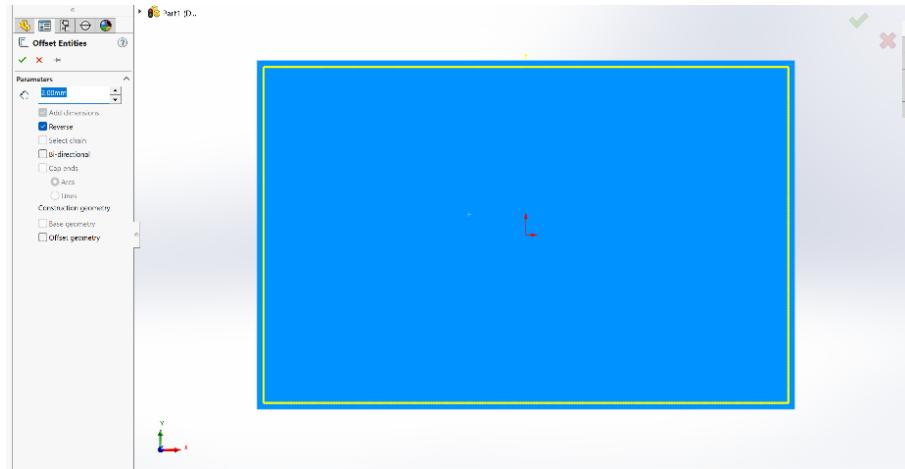
Fitur *Extrude Boss/Base* digunakan untuk membuat volume casing dari sketsa 2D dengan ketebalan 2mm.



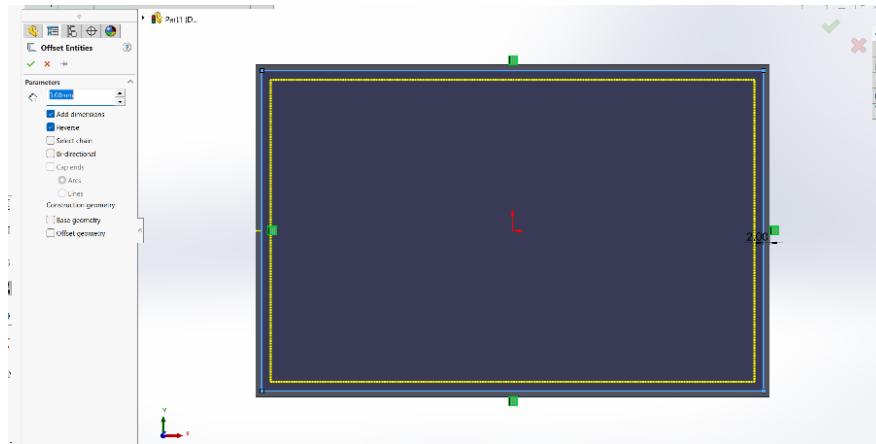
Gambar 2. 11 Fitur Extrude Boss/Base Pada Tutup Casing

- Offset Entities

Setelah di lakukan extrude lalu dilakukan offset entities untuk membuat dinding casing dengan ketebalan seragam, digunakan fitur *Offset Entities* dari garis luar sketsa, dilakukan sebanyak dua kali offset entities pada kerja berikut. Yang pertama di buat dengan ukuran 2 mm dan kedua dengan ukuran 3mm.



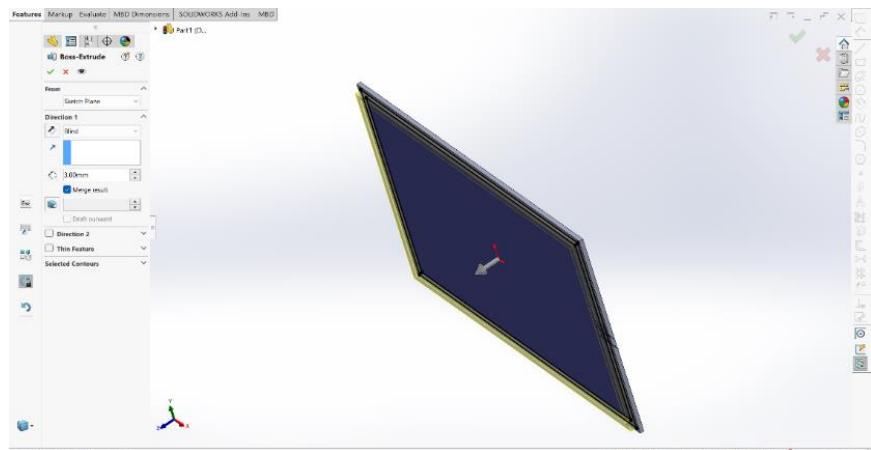
Gambar 2. 12 Fitur Offset Entities Pada Tutup Casing Ukuran 2mm



Gambar 2. 13 Fitur Offset Entities Pada Tutup Casing Ukuran 3mm

- Extrude Bose/Base

Setelah tahap offset entities selesai dilakukan, langkah berikutnya adalah memberikan ketebalan sebesar 3 mm pada casing menggunakan fitur extrude.



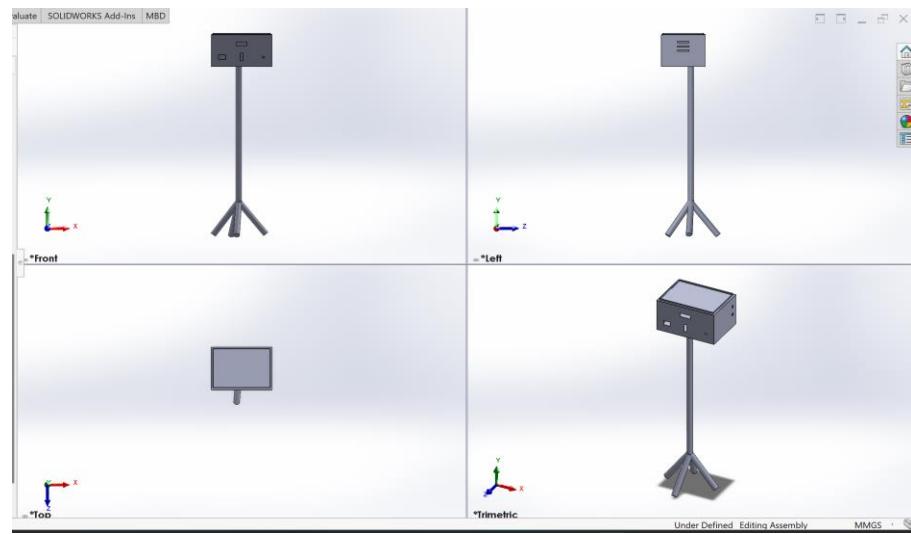
Gambar 2. 14 Fitur Extrude Bose/Base Pada Tutup Casing

Proses ini dilakukan baik untuk bagian casing atas maupun bawah secara terpisah.

3.4 Membuat Assembly untuk Menyatukan Semua Bagian

Setelah semua part selesai digambar, dilakukan assembly di SolidWorks menggunakan fitur *Mate* untuk menyatukan casing dalam, luar, tutup, mikrokontroler, dan power supply secara presisi. Assembly ini mensimulasikan rakitan nyata untuk validasi desain sebelum dicetak 3D.

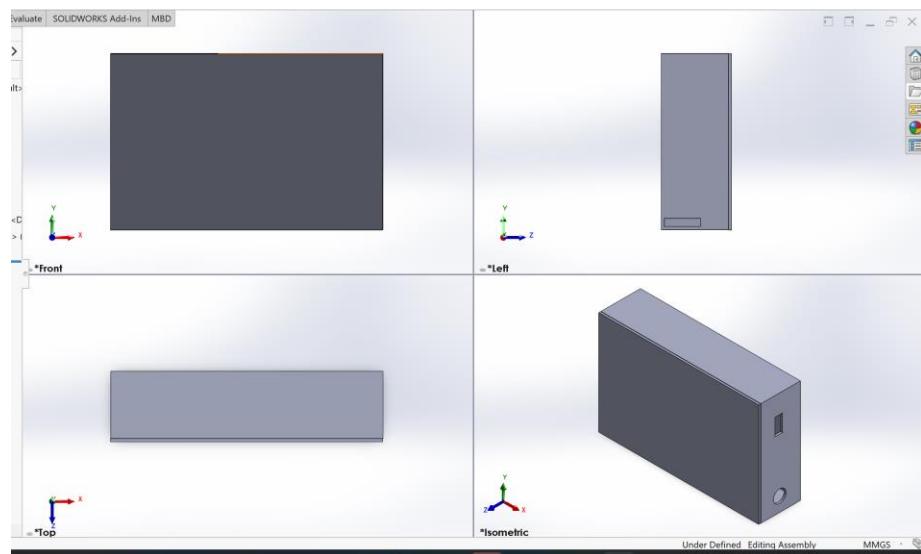
Bentuk ketika telah assembly pada casing bagian luar:



Gambar 2. 15 assambly pada casing bagian Luar

Gambar menunjukkan assembly lengkap sistem monitoring yang dipasang pada tiang tripod. Casing diposisikan di atas dengan lubang USB dan power supply di depan serta ventilasi di samping atas. Dirakit di SolidWorks menggunakan fitur *Mate* untuk memastikan posisi presisi dan stabil, sesuai kondisi penggunaan di lapangan.

Bentuk ketika telah assambly pada casing bagian dalam:



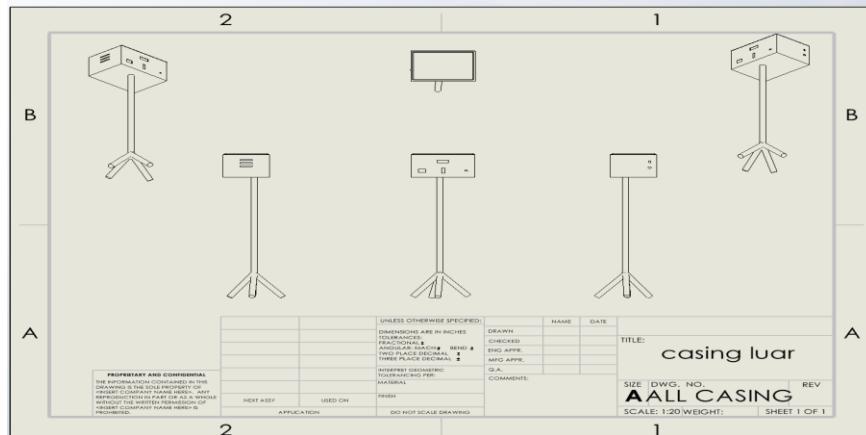
Gambar 2. 16 assambly pada casing bagian dalam

Gambar menunjukkan hasil assembly casing sistem monitoring di SolidWorks, terdiri dari casing luar, dalam, dan tutup. Proses dirakit dengan fitur *Mate* untuk memastikan presisi posisi part. Terlihat lubang untuk port USB, power supply, dan jalur kabel. Assembly ini memastikan komponen terpasang tepat sebelum pencetakan 3D.

3.5 Membuat Gambar Teknik (Drawing)

Gambar teknik mencakup dua bagian utama, yaitu casing dalam dan casing luar, yang dirancang agar saling terintegrasi dengan baik.

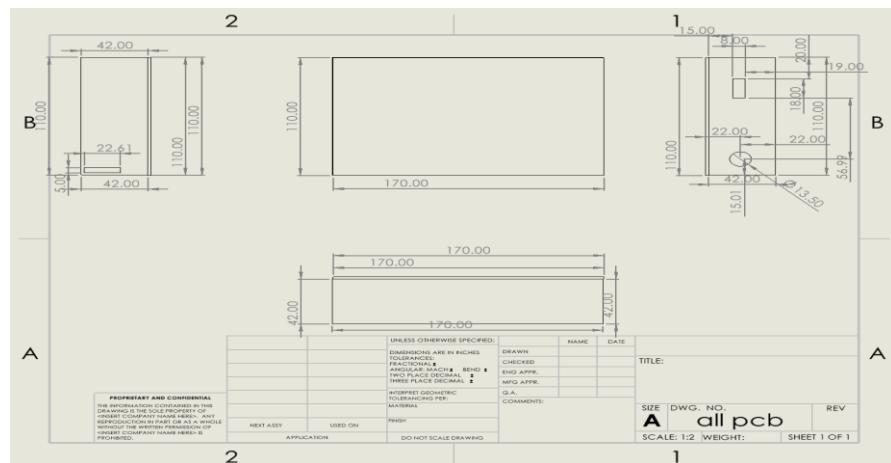
Teknik drawing pada bagian luar casing



Gambar 2. 17 Teknik drawing pada bagian luar casing

Gambar teknik kotak dan tutup sistem dibuat menggunakan fitur *Drawing* di SolidWorks, mencakup dimensi, posisi lubang kabel, USB, dan power supply. Drawing ini menjadi panduan utama untuk pencetakan dan perakitan agar ukuran akurat dan integrasi komponen mudah.

Teknik drawing pada bagian dalam casing



Gambar 2. 18 Teknik drawing pada bagian dalam casing

Untuk casing luar, gambar teknik juga memuat desain dengan ventilasi yang cukup untuk sirkulasi udara, serta lubang yang presisi untuk pemasangan USB, power supply, sensor, dan LCD yang terletak di bagian depan casing. Penempatan ventilasi dan lubang ini dirancang agar perangkat dapat berfungsi optimal, menjaga suhu ideal di dalam kotak, dan memastikan akses mudah ke komponen penting.

BAB IV

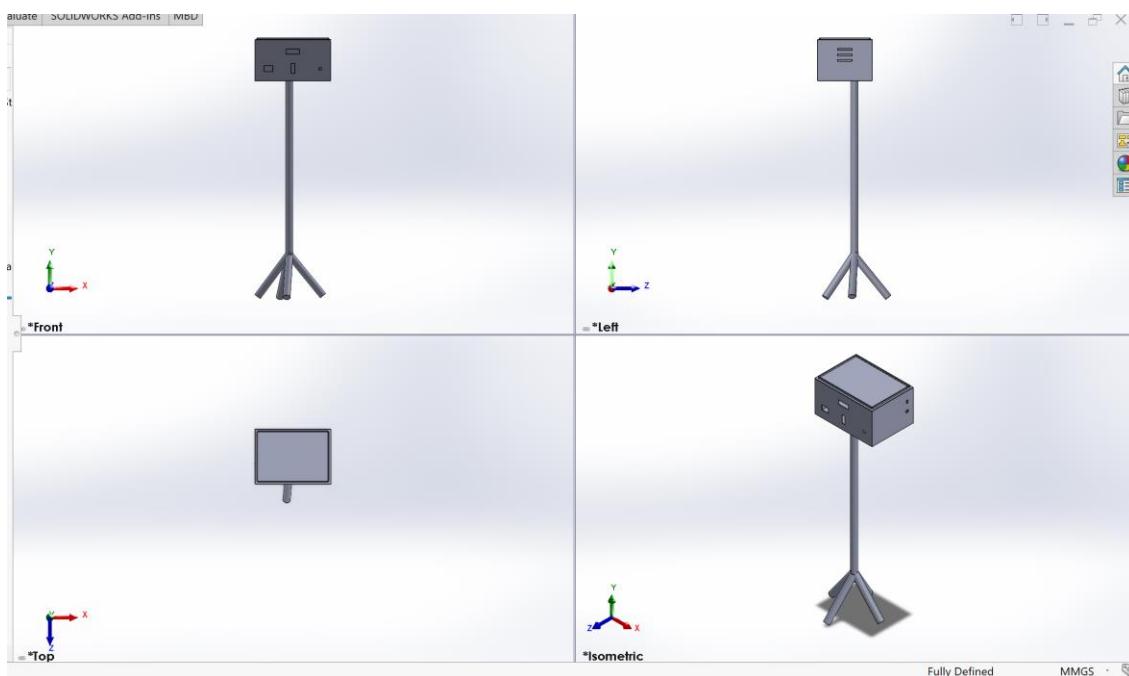
HASIL DESAIN

4.1 Gambar Desain

Berikut adalah desain casing Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis IoT menggunakan SolidWorks. Desain terdiri dari dua bagian utama: Casing Luar berbahan besi dan Casing Dalam dari 3D Print PLA+. Setiap bagian ditampilkan dengan tangkapan layar model 3D beserta penjelasan komponen utama secara terpisah.

4.1.1 Desain Casing Luar (Besi)

Desain casing luar berfungsi melindungi seluruh komponen sistem monitoring kualitas udara. Menggunakan bahan logam (besi) yang kokoh dan tahan lama, casing ini juga dirancang fungsional dengan ventilasi, akses ke port USB dan power supply, serta tampilan LCD dan sensor di bagian depan. Berikut adalah tampilan desain casing luar dari berbagai sudut.



Gambar 2. 19 Desain casing dari berbagai Sudut

Fungsi dari komponen desain casing luar

Adapun fungsi dari setiap komponen yang ada adalah sebagai berikut

Table 3 Fungsi desain casing luar

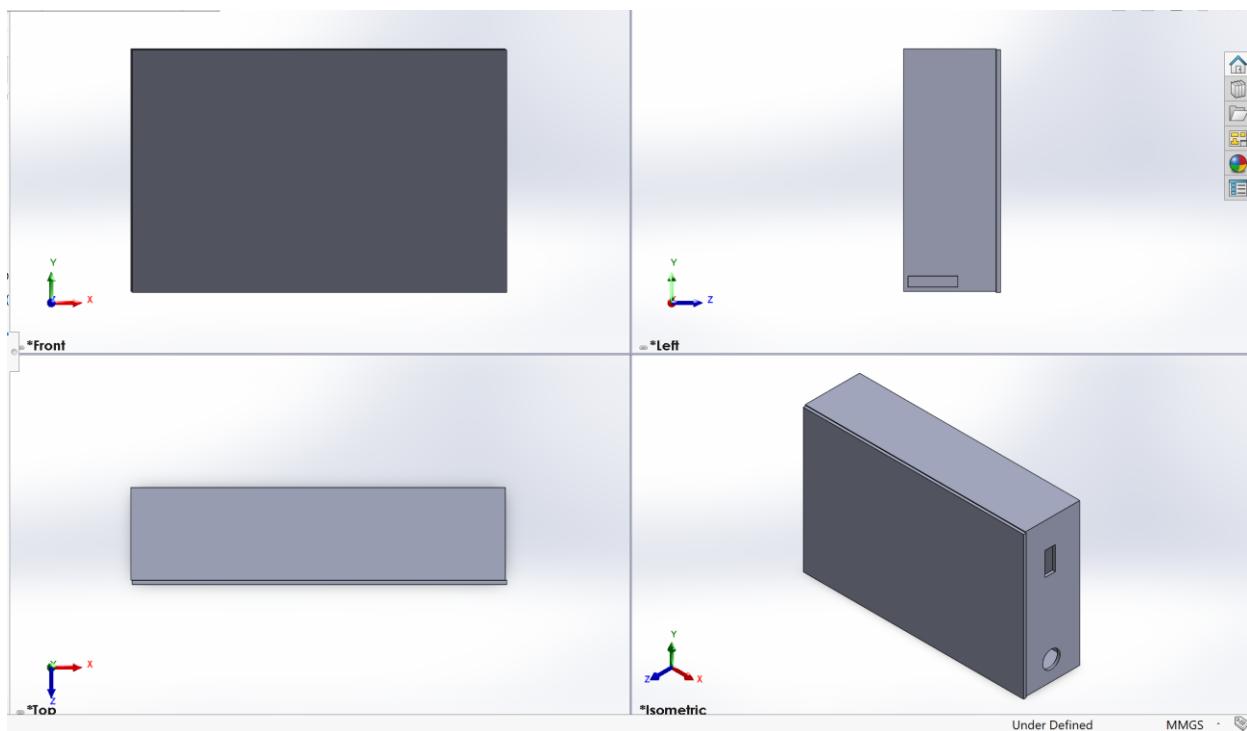
Bagian	Fungsi dan Keterangan
Casing Atas	Melindungi komponen utama dan dilengkapi pintu akses untuk pemeriksaan dan perawatan.
Casing Bawah	Menopang struktur utama dan menjadi tempat pemasangan kaki tripod.
Pintu Akses Atas	Dapat dibuka untuk memudahkan pemeriksaan posisi PCB dan koneksi kabel internal.
Sisi Depan (Sensor & LCD)	Memungkinkan udara luar masuk langsung ke sensor kualitas udara seperti SGP30 dan PM2.5.
Sisi Kanan (Port USB & Power Supply)	Dilengkapi lubang untuk koneksi USB (pemrograman) dan port power supply eksternal.
Sisi Kiri (Ventilasi Udara)	Memungkinkan sirkulasi udara untuk menjaga kestabilan suhu dalam perangkat.

Alasan pemilihan Bentuk

Desain ini dipilih dengan mempertimbangkan fungsi, kemudahan akses, serta efisiensi dalam pemasangan dan perawatan perangkat elektronik. Bagian atas dibuat berbentuk kotak karena bentuk ini ideal untuk menampung berbagai komponen internal seperti mikrokontroler, sensor, dan konektor daya. Selain itu, kotak ini dilengkapi dengan pintu akses di bagian atas yang memudahkan pengguna untuk melakukan instalasi, pemeriksaan, atau pemeliharaan komponen tanpa harus membongkar seluruh bagian. Permukaan datar pada bagian atas juga memungkinkan pemasangan panel surya mini atau ventilasi udara. Tiang penyangga vertikal dirancang dengan panjang tertentu untuk memberikan posisi optimal bagi sensor, sehingga jangkauan deteksi menjadi lebih luas dan tidak terhalang oleh objek di sekitarnya. Sementara itu, bagian bawah menggunakan struktur seperti tripod yang memberikan kestabilan tinggi di berbagai permukaan, baik di dalam maupun luar ruangan. Ukuran keseluruhan alat dibuat proporsional dan kompak agar tetap mudah dipindahkan namun tetap mampu melindungi seluruh perangkat dengan baik.

4.2 .2 Desain Casing Dalam atau Casing PCB

Casing dalam berfungsi melindungi PCB dan sensor dari gangguan fisik dalam sistem monitoring kualitas udara. Terbuat dari bahan PLA+ dengan 3D printing, casing ini ringan namun kuat. Desainnya disesuaikan dengan dimensi PCB, posisi konektor, serta memiliki bukaan untuk sensor dan jalur kabel. Berikut adalah tampilan desain casing dalam dari berbagai sudut.



Gambar 2. 20 Desain Casing Dalam

Fungsi dari setiap komponen pada casing dalam

Untuk mendukung perlindungan dan kemudahan perawatan perangkat elektronik yang terdapat di dalamnya, tutup casing dirancang dengan mempertimbangkan beberapa fungsi penting. Fungsi-fungsi tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut:

Table 4 fungsi dari komponen casing dalam

No	Bagian Casing	Fungsi
1	Kotak Casing	Melindungi komponen elektronik dari debu, air, dan benturan fisik.
2	Lubang Port USB	Memberikan akses komunikasi tanpa membuka casing.
3	Lubang Power Supply	Memberikan akses ke port daya tanpa membuka casing.
4	Lubang kabel	Memberikan penataan kabel yang rapi
5	Tutup Casing	Melindungi komponen internal dari debu, air, dan gangguan luar.

Alasan pemilihan bentuk desain

Bentuk casing dipilih dengan desain kotak memanjang dan ramping karena komponen internal yang akan dipasang di dalamnya hanya terdiri dari modul ESP dan power supply. Bentuk sederhana ini memungkinkan penataan komponen secara sejajar tanpa memerlukan ruang berlebih, sehingga ukuran casing dapat dibuat lebih ringkas dan hemat material. Struktur kotak juga memudahkan dalam proses fabrikasi dan perakitan, serta memberikan fleksibilitas dalam penempatan casing di berbagai posisi. Selain itu, casing ini memiliki permukaan datar dan sudut yang tegas, sehingga memudahkan pemasangan port atau akses konektor. Dengan bentuk ini, proses perawatan atau penggantian komponen di dalam casing juga menjadi lebih mudah dilakukan.

4.2 Gambar Teknik

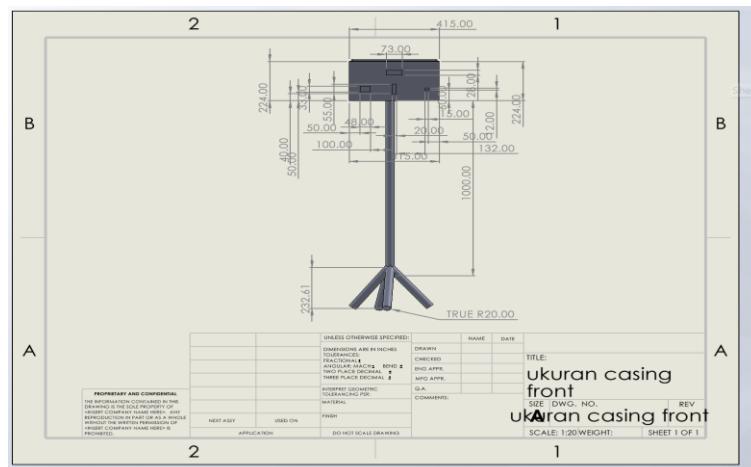
Gambar teknik dibuat dengan fitur *Drawing* di SolidWorks sebagai acuan monitoring kualitas udara. Menampilkan tampilan dan dimensi penting tiap komponen, serta penjelasan singkat untuk memberi konteks desain, termasuk bagian badan dan tutup box utama. Berikut ini adalah gambar teknik yang merepresentasikan keseluruhan desain:

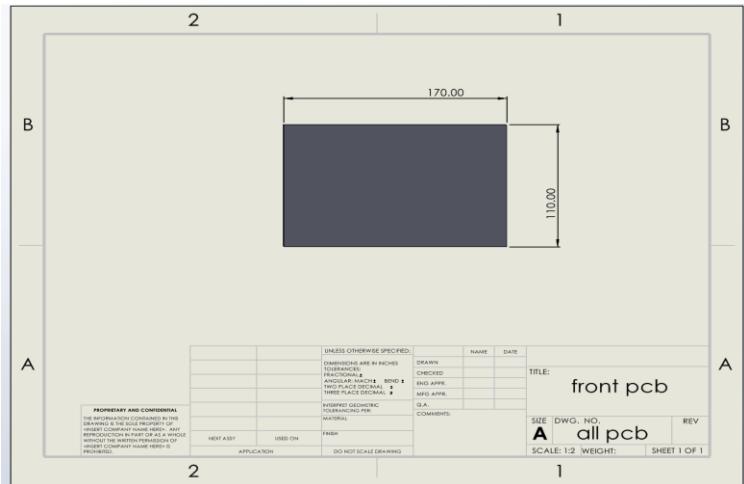
4.2.1 Casing Luar (Besi)

Untuk memahami bentuk dan detail dari casing luar secara menyeluruh, berikut ditampilkan gambar teknik dari berbagai sudut pandang, yaitu tampak depan, tampak atas, tampak samping, dan isometrik. Gambar ini dilengkapi dengan dimensi penting yang menggambarkan ukuran fisik dan struktur dari casing luar secara keseluruhan.

a. Tampilan Depan

Tampilan depan menunjukkan susunan sensor utama seperti DHT22, GY-SGP30, dan sensor debu PM2.5 yang diposisikan sejajar untuk menerima aliran udara langsung. Kisi-kisi ventilasi dilengkapi jaring halus agar udara masuk optimal tanpa gangguan debu kasar atau serangga. Selain itu, terdapat indikator LED dan tombol manual/reset untuk kemudahan kontrol. Desain casing depan dibuat sederhana dan ergonomis, memudahkan pemantauan serta memastikan kinerja sensor maksimal.



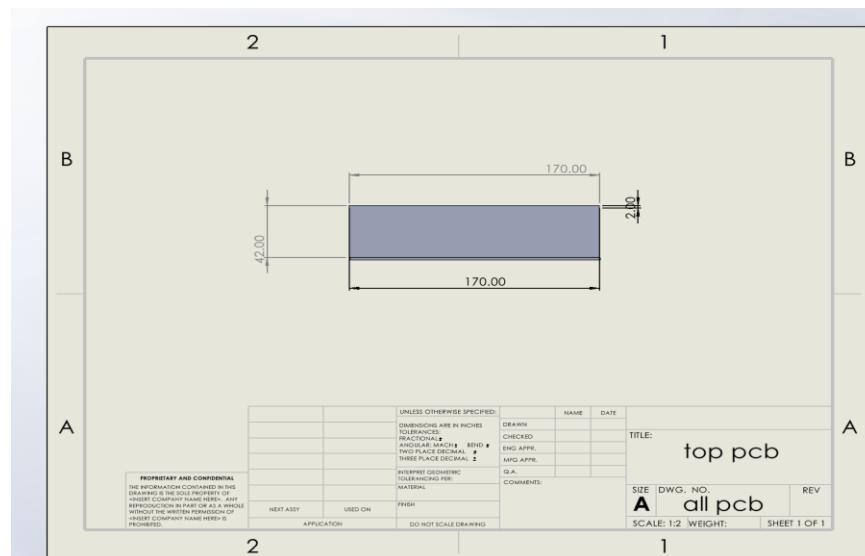
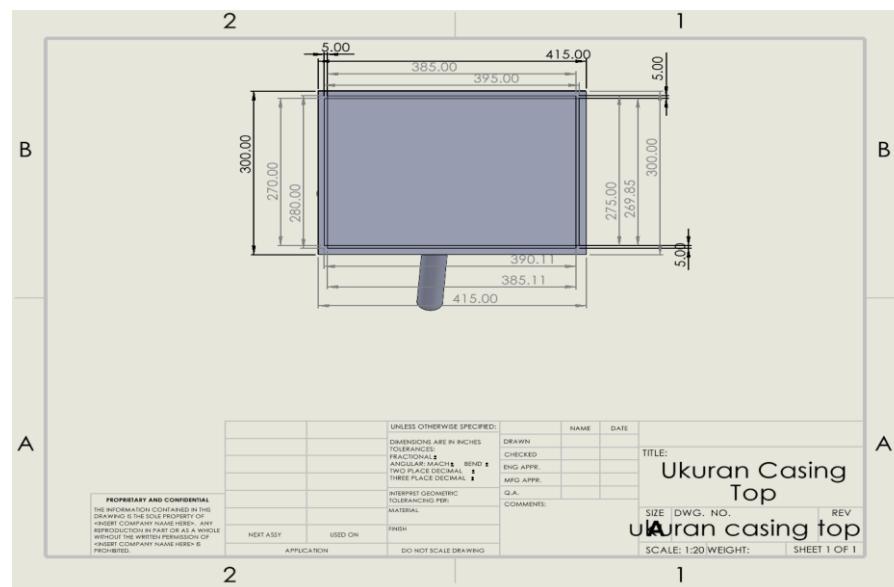


Gambar 2. 21 Front View

Gambar tampak depan menunjukkan casing sistem monitoring kualitas udara yang berdiri tegak di atas tiang penyangga ramping dengan kaki tripod yang kokoh. Casing bagian atas berbentuk persegi panjang dengan dimensi $132\text{ mm} \times 224\text{ mm}$, dipasang pada tiang setinggi lebih dari 500 mm dari permukaan tanah, menghasilkan total tinggi perangkat sekitar 732.61 mm . Permukaan depan casing menampilkan kisi-kisi udara dan beberapa lubang kecil sebagai jalur ventilasi serta tempat pemasangan sensor seperti DHT22, GY-SGP30, dan sensor debu PM2.5, serta LED indikator. Dimensi bagian depan casing juga tergambar jelas ($170\text{ mm} \times 110\text{ mm}$) untuk memastikan kesesuaian dengan komponen yang akan dipasang.

b. Tampilan Atas (Top View)

Tampilan atas menunjukkan tutup casing datar dan rapat yang melindungi seluruh komponen internal sistem monitoring kualitas udara, termasuk PCB di dalamnya. Tutup ini tanpa lubang atau bukaan, menjaga dari debu dan cipratan air, namun tetap bisa dibuka untuk akses pemasangan atau perawatan komponen seperti sensor, mikrokontroler, modul daya, dan PCB. Bentuknya persegi panjang simetris, memastikan dimensi tutup pas dengan badan casing utama yang juga menyesuaikan ukuran PCB agar terlindungi dengan baik.

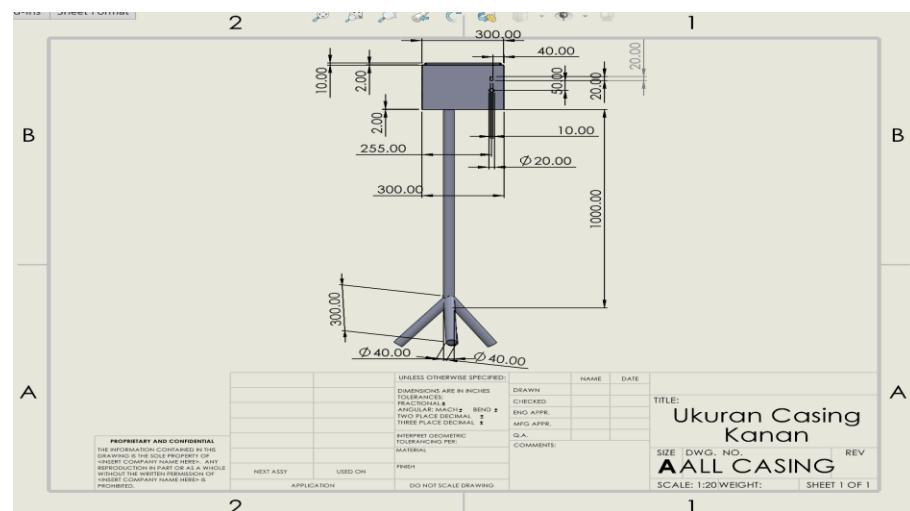


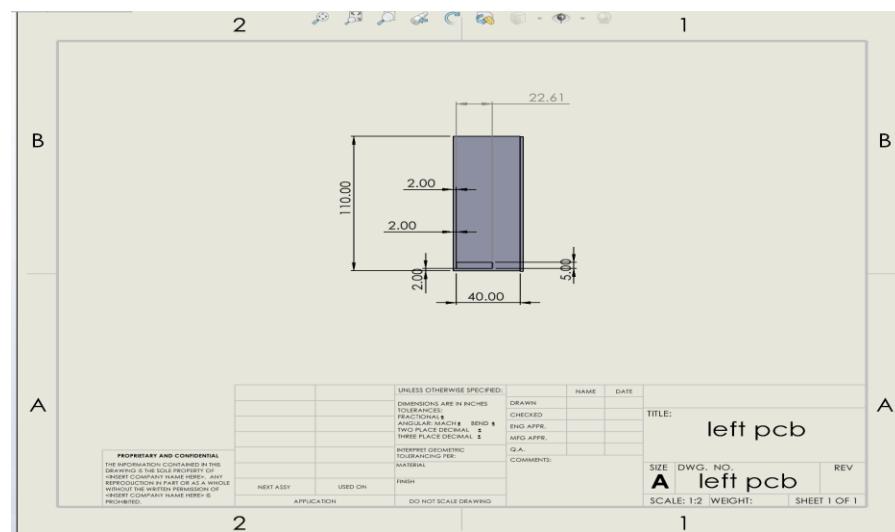
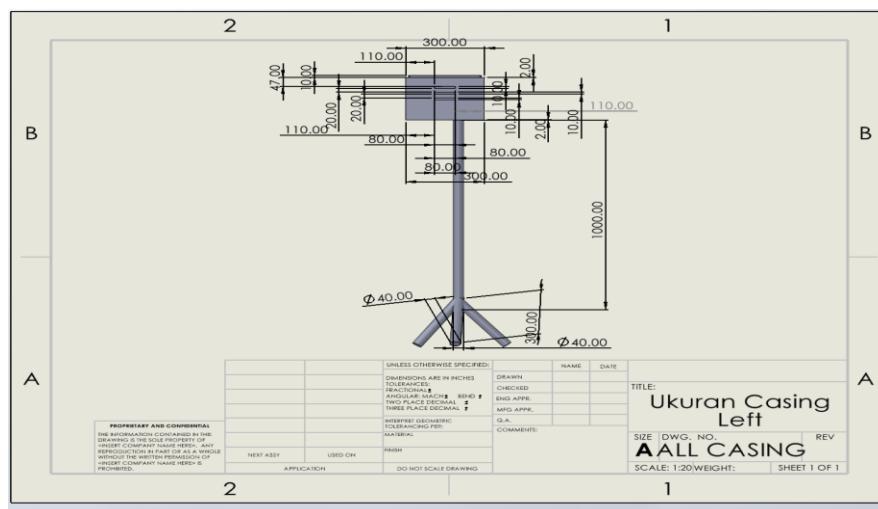
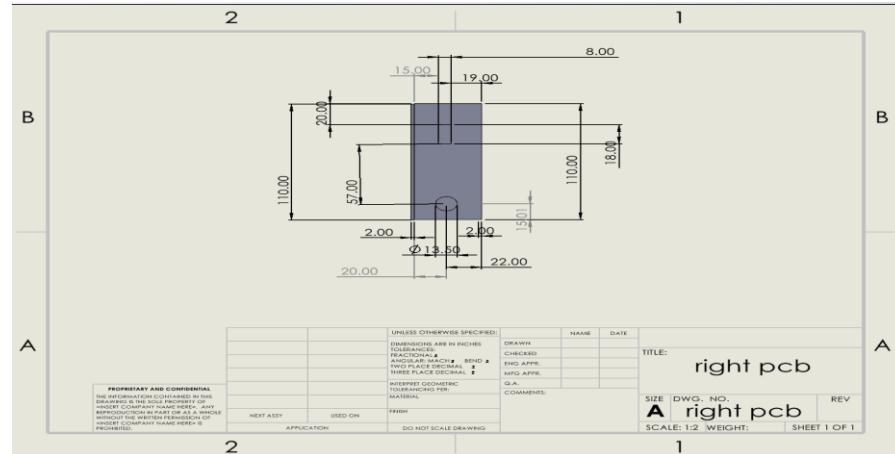
Gambar 2. 22 Top View

Pemilihan ukuran 415 mm × 300 mm pada casing luar disesuaikan dengan dimensi komponen internal, memberikan ruang yang cukup serta jarak aman dari dinding besi agar tidak terjadi kontak langsung. Ketebalan 0.20 cm menambah kekuatan tanpa membuat casing berat. Bagian atas casing berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 170 mm dan lebar 42 mm. Ini adalah bagian yang menutupi PCB dari sisi atas.

c. Tampilan Samping (Side View)

Tampilan samping casing sistem monitoring kualitas udara menunjukkan desain berbentuk persegi panjang dengan ketebalan dinding sekitar 2 mm. Pada sisi casing terdapat beberapa lubang penting, yaitu port USB untuk koneksi data, lubang power supply sebagai jalur masuk listrik, dan lubang ventilasi yang berfungsi menjaga sirkulasi udara agar suhu komponen tetap stabil. Lubang-lubang tersebut ditempatkan secara rapi dan proporsional agar tetap memberikan perlindungan dari debu dan air sekaligus memudahkan akses serta pendinginan sistem. Pada casing PCB, lubang-lubang ini juga sudah disesuaikan untuk memastikan port USB, power supply, dan ventilasi dapat berfungsi dengan baik tanpa perlu membuka casing utama. Desain ini memungkinkan tutup casing tetap dapat dibuka untuk perawatan, dengan mempertimbangkan posisi lubang agar mudah diakses tanpa mengurangi fungsi proteksi.



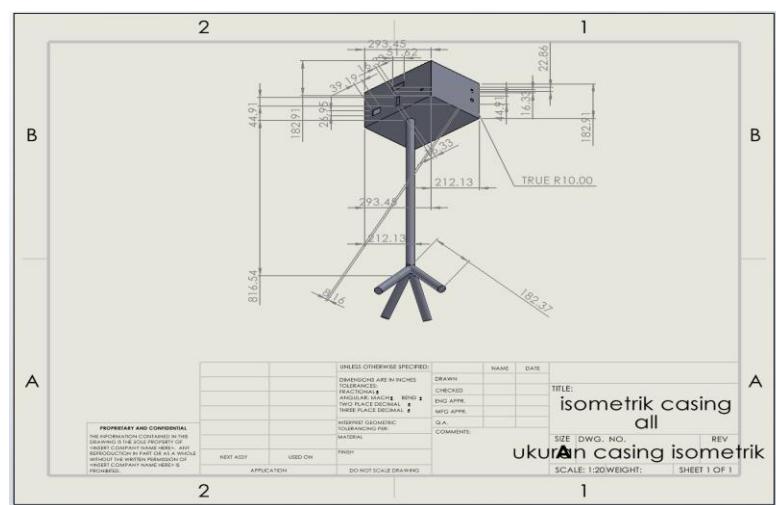


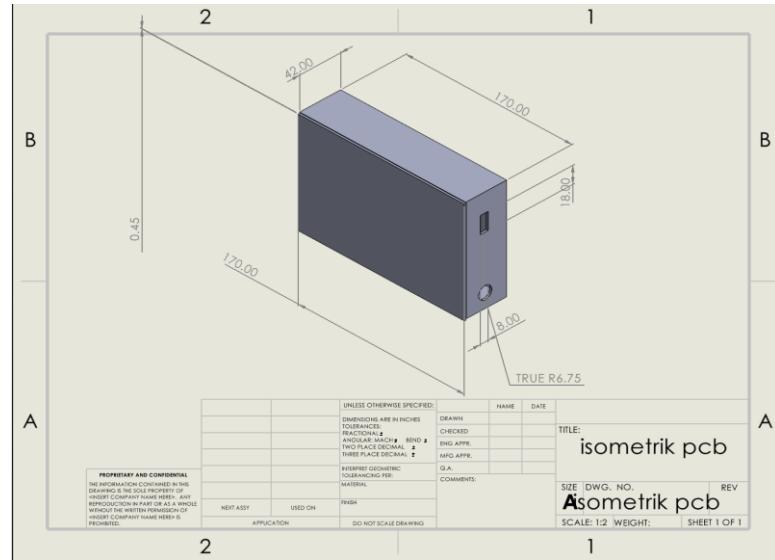
Gambar 2. 23 Side View

Tampilan samping menunjukkan lubang port usb dan power supply dengan tinggi 22 cm dan ketebalan 0.2 cm, disusun miring untuk estetika dan stabilitas struktural. Lubang port usb samping (Panjang 4 cm, Lebar 2 cm) dilengkapi Lubang Power supply (diameter 2 cm), dengan tiga ventilasi yang terpasang di samping kiri (Panjang 1 cm dan lebar 8 cm) terpasang di ujungnya. Box utama terdiri dari badan (30x 41.5 x 22 cm, tebal 0.2 cm) dan tutup (30 x 41,5 x tebal 0.2cm), dengan Casing pcb berisi lubang port usb (Panjang 0,8 cm dan lebar 1.8 cm) dan power supply (diameter 1,3 cm) dan lubang untuk kabel (Panjang 5 cm lebar 2cm) . yang diletakkan pada kotak pcb . Tutup box diletakkan di depan untuk melindungi komponen elektronik dan memudahkan akses saat diperlukan.

d. Tampilan Isometrik

Tampilan isometrik memberikan gambaran menyeluruh dari desain sistem monitoring kualitas udara dalam perspektif tiga dimensi. Terlihat semua komponen telah dirakit, termasuk casing luar, casing dalam, dan tutup bagian atas. Desain ini memperlihatkan posisi lubang untuk port USB, power supply, serta jalur kabel pada sisi casing. Tampilan ini juga menunjukkan modularitas perangkat, di mana tutup dapat dibuka untuk memudahkan akses dan perawatan komponen elektronik di dalamnya. Visualisasi ini sangat penting untuk memahami hubungan antar bagian, kepraktisan perakitan, serta sebagai referensi dalam presentasi dan evaluasi desain sebelum pencetakan 3D.





Gambar 2. 24 Isometrik View

4.3 Kelebihan dan Kekurangan

Desain casing prototype ini dibuat untuk memenuhi kebutuhan perangkat monitoring kualitas udara berbasis IoT yang fungsional, mudah dirakit, dan aman terhadap lingkungan sekitar. Berikut adalah beberapa kelebihan dan kekurangan dari desain yang telah dibuat:

Kelebihan

Adapun kelebihan dari Produk ini adalah sebagai berikut:

1. Modular dan Mudah Dirakit

Desain terdiri dari dua bagian utama (casing atas dan bawah) yang dapat dibuka-tutup, memudahkan pemasangan dan pemeliharaan perangkat elektronik di dalamnya.

2. Akses Pintu Atas

Terdapat pintu akses di bagian atas casing yang memungkinkan pengguna memantau kondisi PCB dan koneksi internal tanpa harus membuka seluruh casing.

3. Slot Sensor Presisi

Penempatan lubang sensor seperti PM2.5, SGP30, dan DHT22 sudah disesuaikan dengan posisi aktual di PCB, memastikan keakuratan pembacaan sensor.

4. Ventilasi Udara Efisien

Desain ventilasi di sisi kiri casing memberikan sirkulasi udara yang cukup untuk sensor gas dan partikel.

5. Desain Estetis dan Kompak

Bentuk casing membulat di sudut, ramping, dan proporsional dengan ukuran komponen di dalamnya. Cocok untuk diletakkan di berbagai lingkungan.

6. Struktur Kuat dan Stabil

Penggunaan tripod dan bahan logam untuk bagian luar membuat alat berdiri kokoh dan tahan terhadap guncangan ringan.

Kekurangan

Adapun kekurangan dari produk ini adalah sebagai berikut:

1. Volume Internal Terbatas

Karena desain dibuat kompak, ruang internal untuk modifikasi atau penambahan modul lain menjadi terbatas.

2. Pencetakan 3D Terbatas pada Dimensi Tertentu

Bagian casing dalam (PCB enclosure) dicetak menggunakan PLA+, sehingga harus dibagi dalam beberapa bagian jika printer 3D tidak mendukung ukuran besar.

3. Pintu Akses Tidak Otomatis

Pintu akses atas masih dibuka secara manual dan tidak memiliki sistem engsel otomatis atau penahan magnetik.

4. Posisi Konektor Terbuka

Slot USB dan power supply di bagian samping casing langsung terbuka ke luar, yang dapat menjadi titik masuk debu jika tidak ditutup dengan cover pelindung.

5. Tidak Anti-Air

Casing ini tidak dirancang tahan air sehingga tidak cocok untuk penggunaan di luar ruangan tanpa pelindung tambahan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Proyek ini berhasil merancang sebuah casing untuk sistem monitoring kualitas udara berbasis IoT dengan memperhatikan aspek fungsional, teknis, dan kemudahan perakitan. Proses perancangan dilakukan menggunakan software solidworks yang memungkinkan pembuatan model 3D presisi serta gambar teknik yang lengkap. Casing terdiri dari dua bagian utama, yaitu casing dalam berbahan PLA+ hasil cetak 3D untuk melindungi PCB dan sensor, serta casing luar berbahan logam ringan untuk memberikan perlindungan tambahan dari faktor eksternal. Desain juga dilengkapi dengan fitur seperti slot sensor, ventilasi udara, lubang konektor USB dan power supply, serta pintu akses bagian atas untuk memudahkan pengecekan komponen. Hasil akhir dari desain menunjukkan bahwa sistem ini dapat diproduksi dengan presisi dan efisien, serta mendukung fungsionalitas alat dalam pengambilan data kualitas udara secara optimal.

5.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut, berikut beberapa saran yang dapat dipertimbangkan:

1. Penambahan fitur waterproofing, seperti penutup karet untuk slot dan ventilasi dengan filter debu, agar perangkat dapat digunakan di luar ruangan (outdoor).
2. Desain casing modular, sehingga komponen dapat diganti atau ditingkatkan tanpa membuat ulang seluruh casing.
3. Integrasi indikator LED atau LCD kecil, agar pengguna dapat melihat status perangkat secara langsung tanpa membuka casing.
4. Penggunaan material ramah lingkungan atau material dengan daya tahan lebih tinggi sesuai kondisi penggunaan.
5. Simulasi aliran udara (CFD) di dalam casing menggunakan perangkat lunak tambahan untuk memastikan ventilasi cukup bagi sensor gas dan debu.

6. Penambahan fitur mounting di dinding atau permukaan lain agar perangkat lebih fleksibel dalam penempatan.