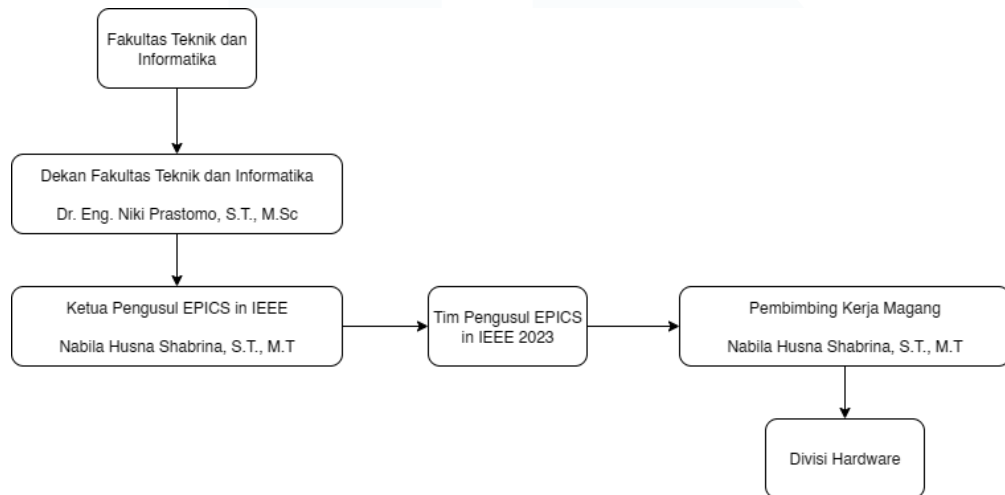


BAB III

PELAKSANAAN KERJA MAGANG

3.1 Kedudukan dan Koordinasi



Gambar 3.1 Struktur kedudukan magang

Gambar 3.1 memperlihatkan struktur magang yang didanai oleh *EPICS in IEEE*. Pekerjaan magang terbagi menjadi dua divisi yaitu *software* dan *hardware* dimana penulis termasuk dalam divisi *hardware*. Divisi tersebut diisi oleh *hardware developer* yang bertanggung jawab untuk mengembangkan *sensor node* yang akan dipasang di lahan pertanian. Peran penulis selama kegiatan magang berada pada pengembangan desain *housing* serta pemasangan dan *maintenance* dari *sensor node*.

Beberapa pertimbangan utama dalam merancang *housing* untuk *sensor node* adalah ketahanan cuaca dan kekokohan *housing* karena lokasi implementasi yang berada di dalam area perkebunan salak. *Sensor node* berisikan komponen sensitif seperti sensor suhu dan kelembaban, intensitas cahaya, sensor curah hujan, serta komponen pendukung lainnya yang rawan mengalami arus pendek ketika terkena air. Penggunaan *housing Off the Shelf* (OTF) dipertimbangkan pada awal proyek seperti penggunaan *durabox* sebagai pelindung sensor, namun tidak memungkinkan karena *use case* dari *housing* yang spesifik sebagai *weather*

station, ukuran *container box* yang tersedia pada pasaran tidak sesuai untuk penggunaan, serta modifikasi terhadap *container box* berpotensi berbahaya terhadap komponen elektronik pada *sensor node* karena dapat terjadi kebocoran, ataupun kerusakan jika terkena benturan.

Maka dari itu, desain *housing* diharapkan dapat menjaga air dan debu agar komponen di dalam sensor node tidak mengalami kerusakan yang mempengaruhi kinerja dan tingkat akurasi pengambilan data sensor node. Proses *3D printing* dilakukan melalui media Tokopedia dikarenakan keterbatasan bahan dan peralatan.

Dalam memenuhi batasan dan spesifikasi yang dibutuhkan, penulis menggunakan proses iterative design dimana sebuah prototype akan dirakit berdasarkan intuisi dan pemahaman awal mengenai kondisi yang diasumsikan akan terjadi pada sensor node. Setelah *prototype* selesai dirakit, akan dilakukan uji coba dan validasi yang dilakukan di ruang terbuka selama kurang lebih tujuh hari untuk mendapat validasi desain awal. Hasil validasi kemudian digunakan sebagai pertimbangan saat melakukan perubahan desain.

Keunggulan dari metode di atas adalah dengan asumsi spesifikasi *sensor node* tidak berubah, desain *housing* dapat diselesaikan dalam tiga kali proses iterasi dimana iterasi pertama digunakan untuk mendapat data validasi awal, iterasi kedua digunakan untuk validasi dengan kondisi komponen yang sudah diatur agar lebih ringkas, serta iterasi ketiga yang digunakan untuk membuat perbaikan terakhir dan penyesuaian agar sensor node dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi.

3.2 Tugas dan Uraian Kerja Magang

Selama masa magang berlaku, Mahasiswa akan merancang desain *housing* untuk *sensor node* dari tahap *prototyping* hingga implementasi. Rincian proyek yang dikerjakan dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1 Timeline kerja magang

Bulan	Minggu	Pekerjaan
September	1	Onboarding dan pemaparan <i>job desc</i>
September	2	Belajar mandiri <i>Tinkercad</i>
September	3	Membuat konsep awal desain <i>housing</i>
September	4	<i>Feedback</i> konsep awal, memulai pembuatan <i>design constraint</i> dari desain
Oktober	1	Belajar mandiri <i>Tinkercad</i>
Oktober	2	Perancangan desain <i>housing testbed</i>
Oktober	3	Validasi outdoor desain <i>prototype</i> awal
Oktober	4	Perancangan dan pengetesan desain <i>prototype</i> pertama
November	1	Perancangan desain <i>prototype</i> kedua
November	2	Perancangan desain dan pengetesan <i>outdoor prototype</i> kedua di Sleman

November	3	Pengetesan <i>outdoor prototype</i> kedua di Sleman
November	4	Perancangan desain <i>prototype</i> ketiga
Desember	1	Perancangan desain dan pengetesan <i>outdoor prototype</i> ketiga di Sleman
Desember	2	Pengetesan <i>outdoor prototype</i> ketiga di Sleman
Desember	3	Pengetesan <i>outdoor prototype</i> ketiga di Sleman
Desember	4	Persiapan dan perakitan <i>sensor node</i> produksi
Januari	1	Perakitan <i>sensor node</i> produksi
Januari	2	Persiapan <i>launching</i> dan <i>maintenance sensor node</i>
Januari	3	<i>Launching</i> MySalak di Sleman

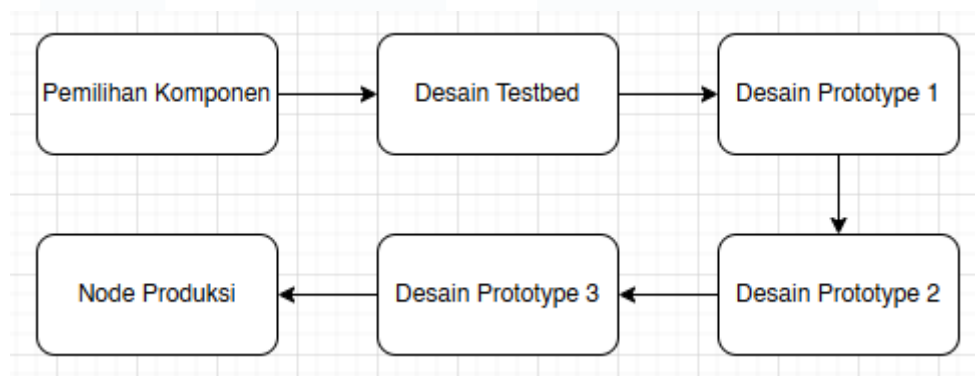
3.2.1 Pemaparan Job Desc dan Pemilihan Software

Minggu pertama proses magang diisi dengan pemaparan *job desc*. Penulis diberi konsep awal alat yang akan dibuat, serta beberapa *expected condition* dimana *sensor node* akan dihadapkan pada saat *deployment*. Penulis juga melakukan pengetesan awal terhadap *software* yang akan digunakan dalam melakukan proyek ini. Pada laporan ini, jenis *software* yang digunakan adalah *TinkerCAD* yang merupakan *software* berbasis *web* yang dipilih karena *software*

tersebut digunakan dalam pengerjaan mata kuliah, sehingga memudahkan penulis untuk mengerjakan beberapa desain sekaligus.

3.2.2 Alur Proses Desain *Housing*

Dalam melakukan proses desain *housing*, terdapat alur pengembangan dari pemilihan komponen, proses desain *testbed*, hingga desain *prototype* ketiga yang kemudian digunakan untuk produksi *node*. Alur pengembangan dapat dilihat pada gambar 3.1 di bawah:



Gambar 3.1 Alur pengembangan *housing*

Proses desain *testbed* dilakukan untuk mengetes apakah desain dapat memuat *PCB prototype* dan sensor, serta mengetes ketahanan cuaca, yang kemudian digunakan sebagai desain dasar *prototype 1*.

Pada tahap *prototype 1*, penyesuaian desain agar *tipping bucket* dapat dipasang pada *housing*, penambahan *mounting* pipa agar *node* dapat dipasang pada pipa penopang pada saat *deployment*, serta memastikan kedua belah *housing* terpasang secara kokoh.

Tahap *prototype 2* merupakan pengembangan dari *prototype 1* dengan perubahan jalur kabel sensor dan panel surya. Selain itu dilakukan uji coba di Sleman.

Tahap *prototype* 3 merupakan node *prototype* 2 dengan perubahan pada bagian bawah *housing* untuk dapat memuat modul *GPS* dan *trigger pin* pada *mounting* pipa.

3.2.3 Spesifikasi Dasar *Housing*

Untuk mendapatkan *outline* dari spesifikasi *sensor node* yang akan dibuat, dilakukan beberapa *meeting* yang pada awal magang, serta beberapa diskusi yang dilakukan bersama dengan tim *hardware*. Setelah itu, dilakukan tahap pemilihan sensor yang akan digunakan pada *sensor node*. Untuk mempercepat proses desain serta perakitan, penggunaan sensor curah hujan *tipping bucket* yang didapat secara eksternal dipertimbangkan.

Berdasarkan beberapa hal tersebut, spesifikasi dasar *housing sensor node* MySalak yang akan digunakan sebagai *general guideline* selama proses desain *housing* adalah sebagai berikut:

1. Memiliki tingkat ketahanan air dan cuaca yang cukup untuk kondisi iklim Sleman
2. Memiliki area penampang untuk penggunaan panel surya
3. Penggunaan komponen *Off the Shelf* (OTF) pada *tipping bucket rain gauge*
4. Memiliki ruang penampang tertutup yang memiliki ruang cukup untuk *PCB Board*, serta komponen elektronik lainnya
5. Memiliki fitur penyangga yang dapat dipasangkan pada media pipa 32mm
6. Memiliki tingkat ketahanan yang cukup terhadap benturan baik dari aktifitas manusia maupun kondisi alam

Setelah itu, dilakukan pemilihan komponen dan sensor yang digunakan pada sensor node. Dilakukan *screening* terhadap komponen yang dipilih dimana ketahanan cuaca dipertimbangkan pada tahap pemilihan. Berdasarkan hal tersebut, komponen dan sensor pada *sensor node* berdasarkan tabel 3.2 adalah sebagai berikut:

1. *PCB Board* sebagai *motherboard* berisi *Microcontroller Unit* (MCU) ESP32S3, *Cosmic LoRa Module*, logic shifter, serta *XH pin header* yang menghubungkan *PCB* terhadap komponen lain
2. Baterai LiPo 18650 sebanyak dua buah yang digunakan sebagai sumber tenaga utama
3. Panel surya berukuran 115mm x 125mm yang digunakan sebagai sumber tenaga untuk mengisi daya pada baterai
4. *DFRobot Solar Power Manager* yang mengatur tegangan masuk dari panel surya dan baterai
5. *SHT20 Temperature and Humidity Sensor* untuk menangkap suhu dan kelembapan pada lingkungan sekitar *sensor node*
6. *DFRobot IP68 Gravity Ambient Light Sensor* yang berfungsi untuk menerima intensitas cahaya sekitar *sensor node*
7. *Nayyara Tipping Bucket Rain Gauge* yang digunakan untuk memperoleh tingkat curah hujan pada posisi *sensor node*
8. *Mini toggle switch* yang digunakan sebagai saklar untuk mengaktifkan *sensor node*

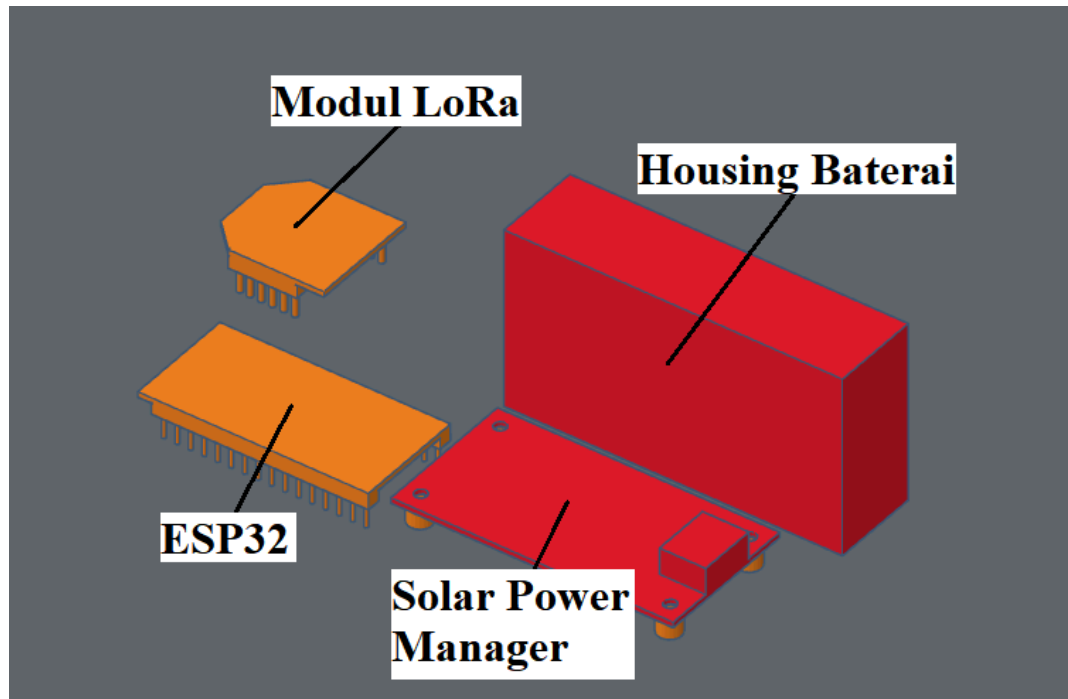
Selain itu, dilakukan pemilihan komponen yang digunakan dalam konstruksi dan *deployment sensor node* sebagai berikut:

1. Baut JP *Stainless Steel 304 Phillips Pan Head* dengan ukuran 4mm x 20mm untuk mengunci kedua bagian *housing*
2. Baut JP *Stainless Steel 304 Phillips Pan Head* dengan ukuran 5mm x 25mm untuk menghubungkan bagian bawah *housing* terhadap penopang pipa
3. Baut *Stainless Steel 304 Phillips Pan Head* berukuran 2.5mm x 5mm untuk mengunci *PCB Board* dan *tipping bucket* terhadap *housing*
4. Baut *Stainless Steel 304 Phillips Pan-Washer Head* berukuran 3mm x 5mm yang digunakan untuk mengunci *power manager* terhadap *housing*
5. *XH Pin Header* dengan ukuran 2 pin, 3 pin, serta 4 pin untuk menghubungkan *PCB Board* dengan komponen lainnya

3.2.4 Proses Desain *Testbed*

Desain awal *housing* berdasarkan *guideline* pada poin 3.2.3 menjadi panduan dalam menghasilkan sebuah desain dasar yang digunakan sebagai *testbed* peletakan sensor, serta menguji tingkat ketahanan *sensor node* terhadap cuaca. Proses desain *testbed* dapat dibagi menjadi beberapa bagian:

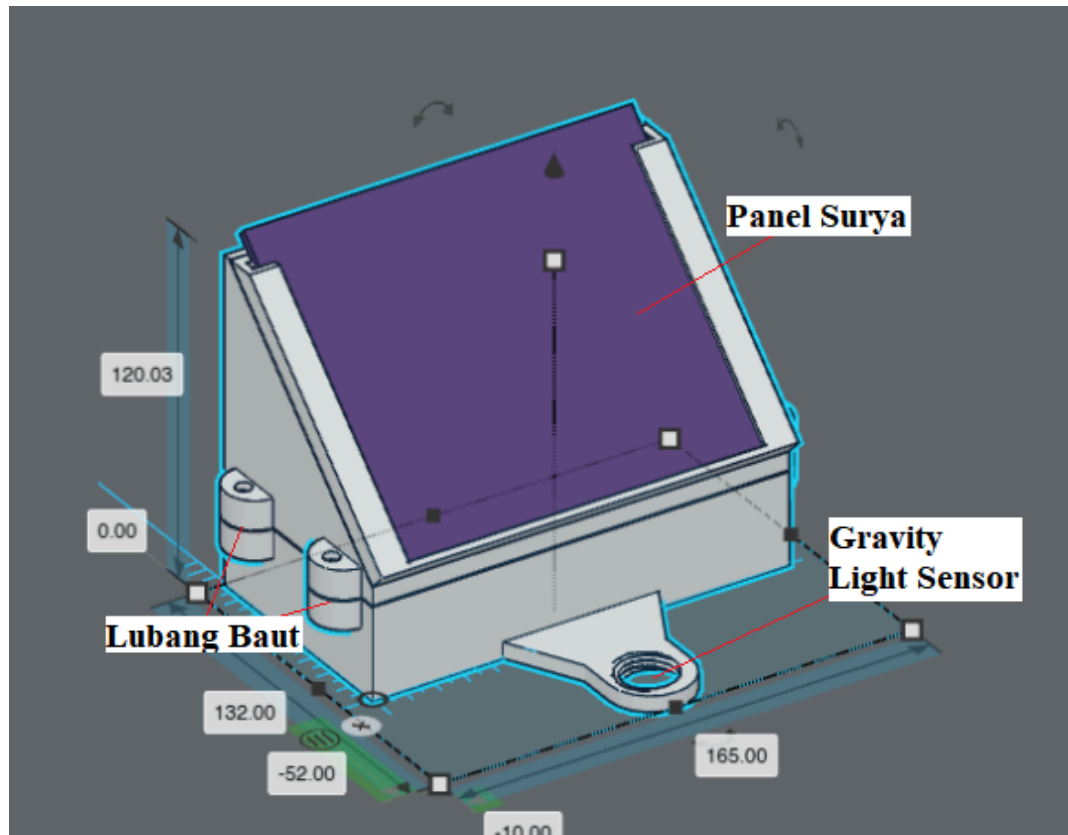
3.2.4.1 Pembuatan *Placeholder*



Gambar 3.2 Model komponen sebagai *placeholder*

Gambar 3.2 menjelaskan pembuatan *placeholder* untuk beberapa komponen pada *sensor node*. *Placeholder* dihasilkan dengan membuat *model* yang bentuk dan ukuran menyerupai bentuk aslinya, digunakan untuk memastikan *layout* dari *housing* dan ukuran serta posisi dari lubang kabel atau baut sejajar.

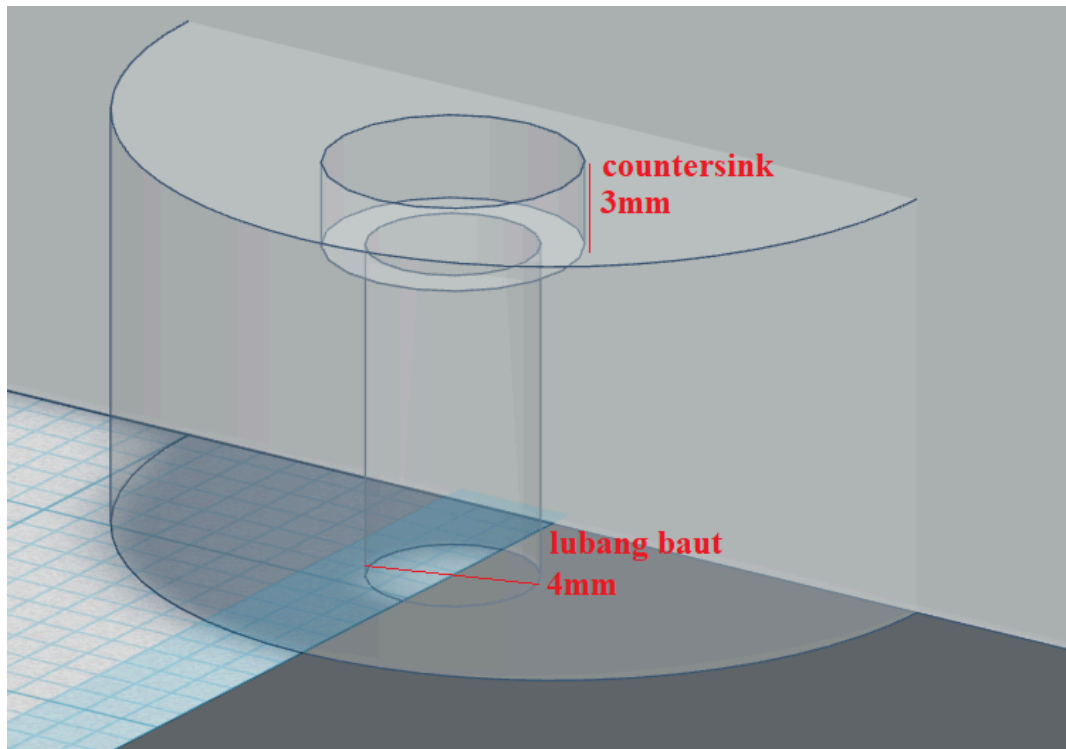
3.2.4.2 Bentuk dan Tampak Dasar *Testbed*



Gambar 3.3 Tampak perspektif *housing*

Gambar 3.3 memperlihatkan dimensi dasar *housing* tanpa sensor yang memiliki lebar sekitar 165mm, tinggi 120mm, serta panjang 132mm.

Tampak luar *sensor node* berupa persegi panjang dengan tutup atas berbentuk segitiga siku-siku yang digunakan sebagai penopang panel surya dengan kemiringan 45 derajat, dan penyangga *gravity ambient light sensor* pada posisi depan. Pada saat pengetesan dibuat lubang kabel untuk menghubungkan sensor *SHT20* terhadap *PCB Board* yang terletak di dalam *housing*.



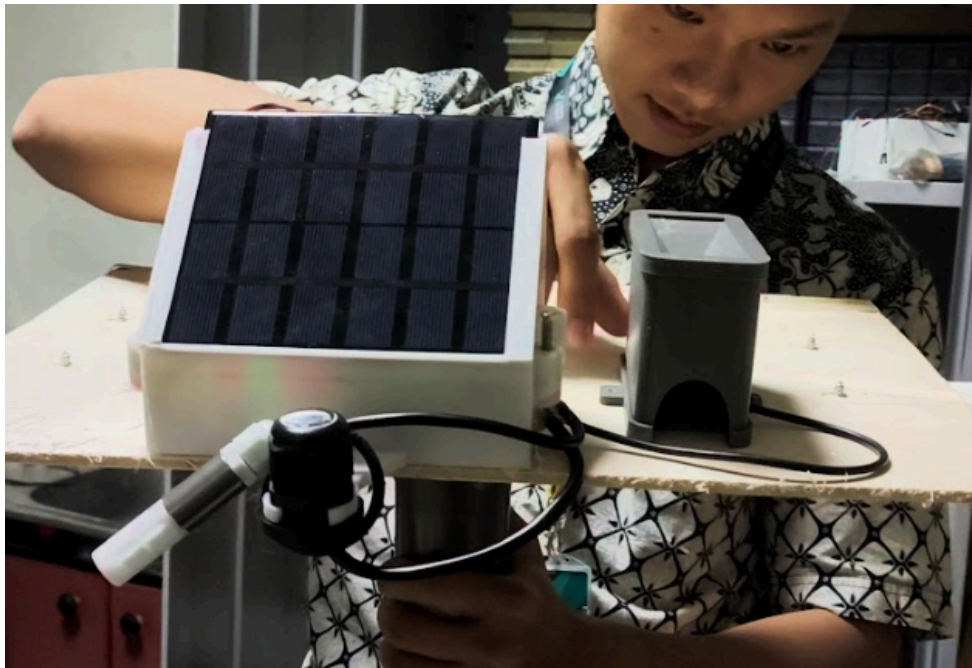
Gambar 3.4 Tampak perspektif lubang baut *housing*

Gambar 3.4 memperlihatkan lubang baut pada *housing* untuk mengunci kedua bagian *housing*. Lubang baut dengan diameter 4mm dan *countersink* sedalam 3mm.

Penggunaan *countersink* sebagai *sacrificial feature* yang didesain sedemikian rupa agar pemasangan baut tidak terlalu keras sehingga menyebabkan terjadinya patah pada area lubang baut.

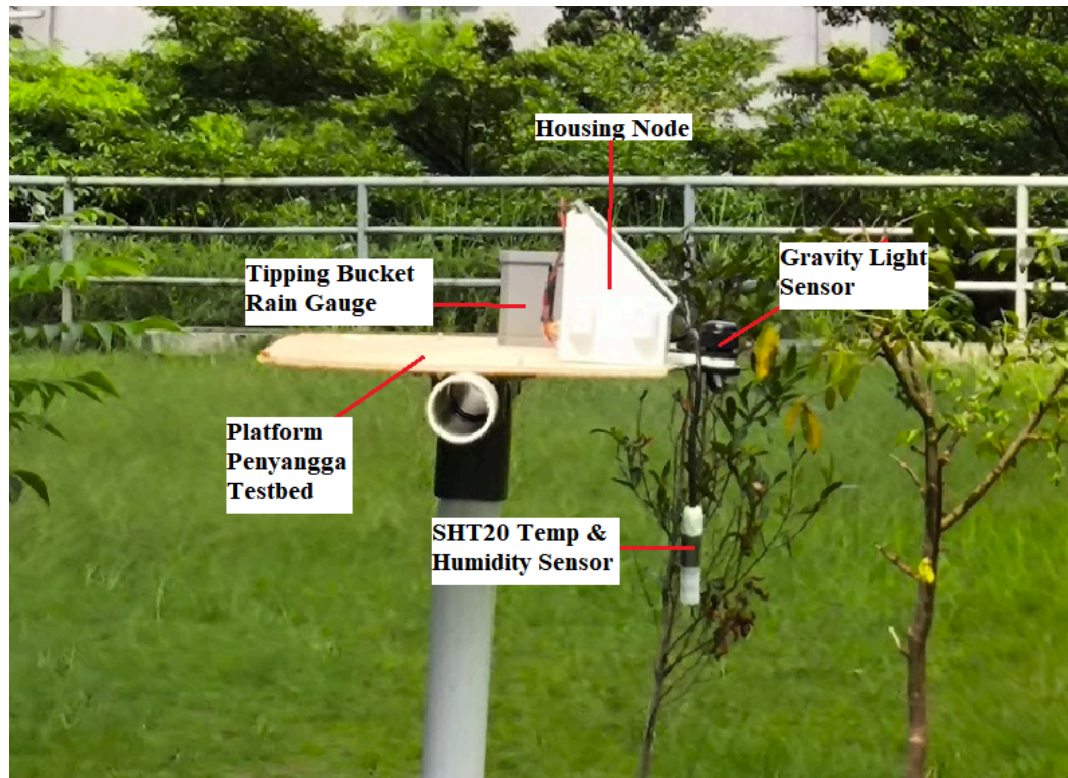
3.2.4.3 Validasi Awal *Testbed*

Hasil desain awal kemudian dilakukan pengetesan awal baik dari segi desain dan fungsionalitas (sensor, *LoRa*, dll) dengan memasang *node* di ruangan luar selama seminggu.



Gambar 3.5 Perakitan *testbed* di lab

Gambar 3.5 memperlihatkan proses perakitan *testbed* dimana komponen dipasang pada *housing*. Proses ini dilakukan untuk melakukan penyesuaian jika terdapat ketidakcocokan pada ukuran *housing*. Pada tahap ini *testbed* tidak memiliki *mounting* pipa ataupun *tipping bucket* karena tujuan dari pengetesan ini dilakukan untuk validasi desain dasar *housing*.



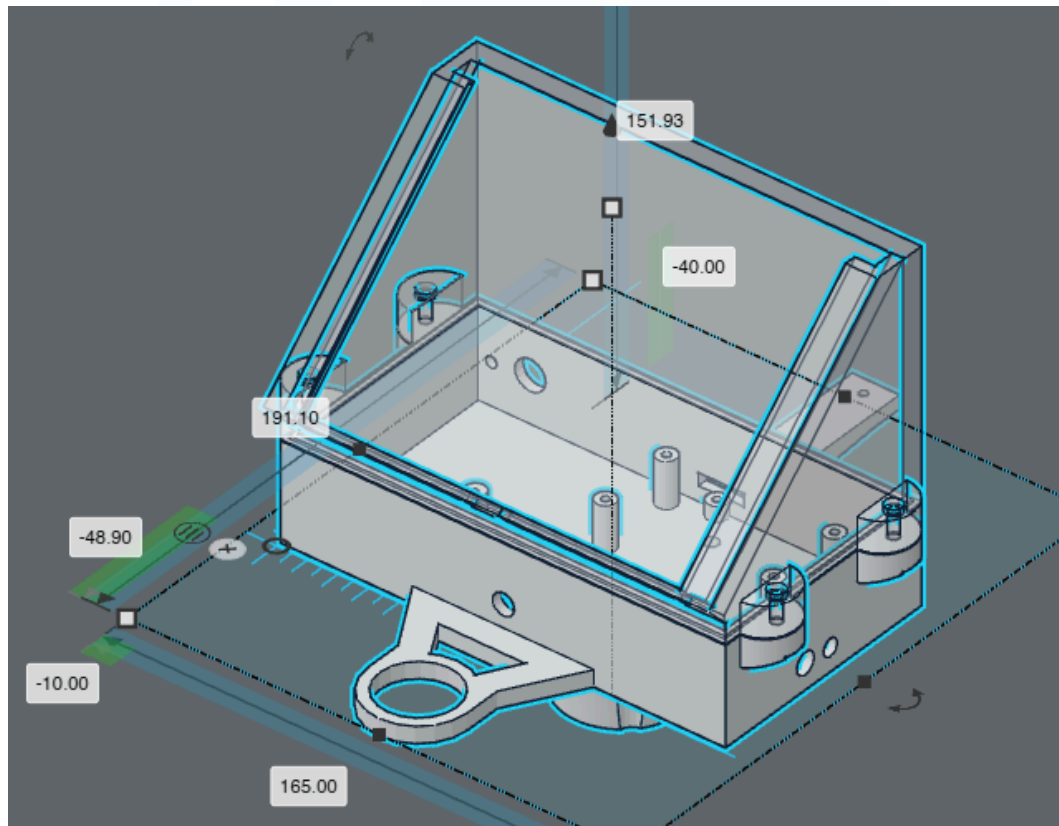
Gambar 3.6 *Sensor node* di lapangan D3

Gambar 3.6 memperlihatkan *sensor node* di lapangan D3 untuk dilakukan pengujian *outdoor* selama seminggu. Terlihat posisi sensor *SHT20* yang berada di bawah *Gravity Light Sensor*, dengan *tipping bucket* ditaruh di belakang *node*. *Monitoring* dilakukan setiap dua hari sekali untuk memperhatikan kondisi fisik dari *housing*. Pada akhir pengujian, *node* dikembalikan ke lab dan *housing* dibuka untuk dilakukan pengecekan pada bagian dalam *housing*.

Tidak terdapat kebocoran air pada bagian dalam *housing* sehingga desain *testbed* yang dibuat sudah sesuai ekspektasi awal, namun terdapat air pada permukaan penghubung *housing*. Terdapat beberapa karat permukaan pada baut penahan *housing* dan *tipping bucket* namun tidak mempengaruhi performa. Posisi penopang panel surya yang miring juga mencegah menggenangnya air hujan yang dapat berpotensi menyebabkan kebocoran pada *housing*.

Untuk memastikan *node* dapat dipasang pada pipa pada saat *deployment*, akan dibutuhkan sebuah *mounting* untuk pipa penopang dan *tipping bucket* untuk mencegah kerusakan pada sensor.

3.2.5 Desain *Prototype* Pertama

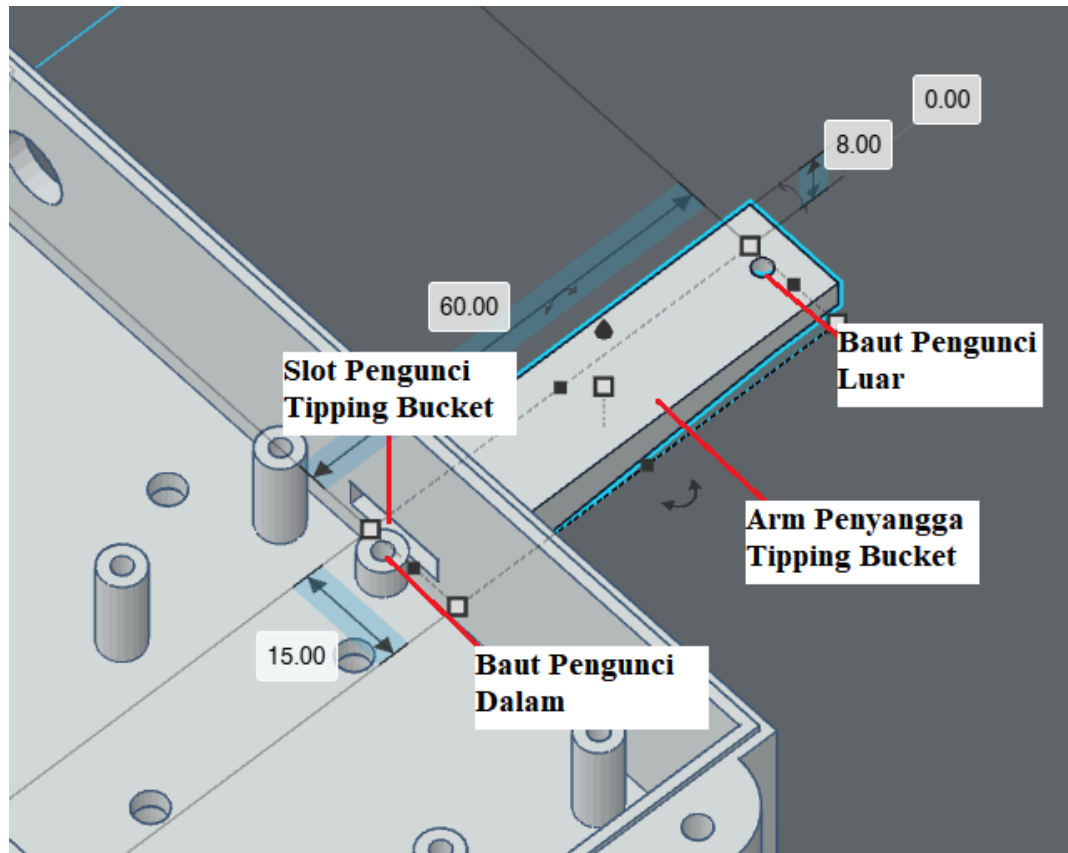


Gambar 3.7 Tampak perspektif *prototype housing* pertama

Gambar 3.7 memperlihatkan *render housing* untuk *prototype* 1 yang di desain berdasarkan hasil pengetesan *testbed*. Dikarenakan ada penambahan *mounting* untuk pipa penopang dan *tipping bucket*, panjang dan tinggi keseluruhan *housing* bertambah menjadi 191mm dan 151mm.

Untuk desain dari *prototype* pertama itu sendiri dapat dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

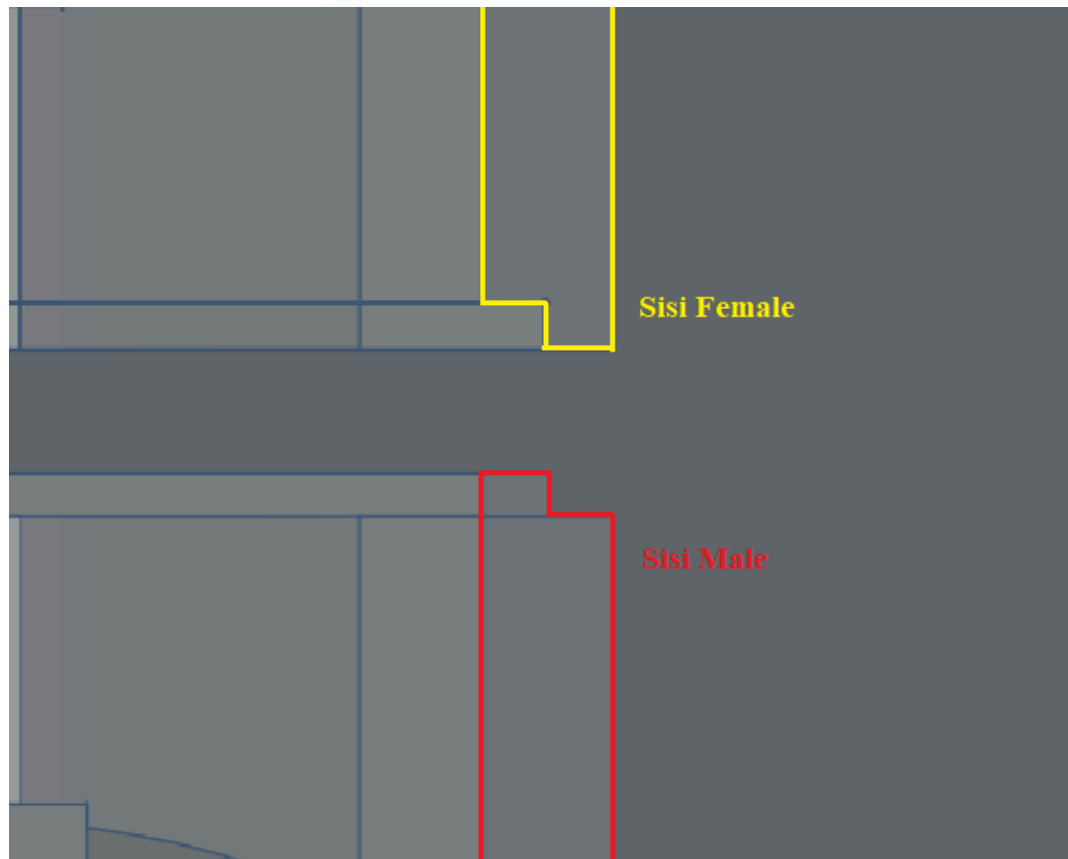
3.2.5.1 *Mounting* untuk *Tipping Bucket*



Gambar 3.8 Tampak perspektif *assembly mounting tipping bucket*

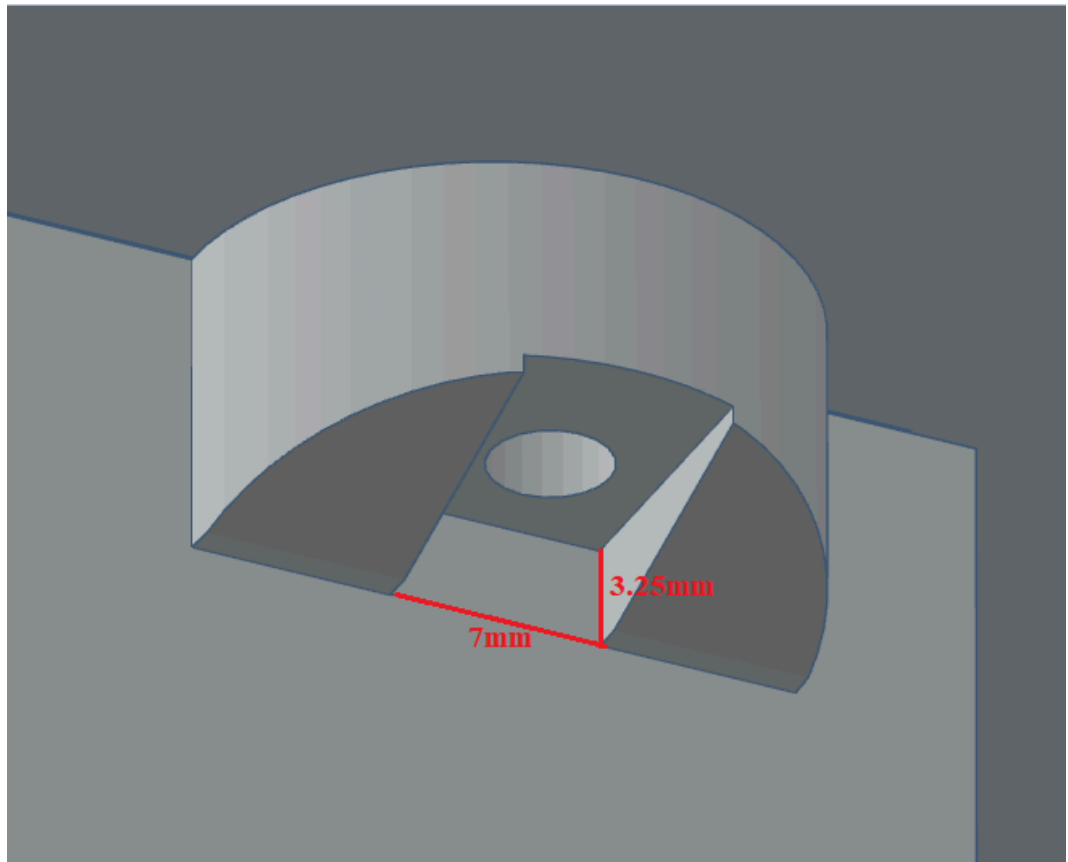
Gambar 3.8 memperlihatkan *arm penyangga tipping bucket* berbentuk persegi panjang dengan panjang 60mm dan lebar 15mm, dengan lubang baut pengunci pada bagian luar yang sejajar dengan sisi luar *tipping bucket*. Pada bagian dalam *housing*, terdapat sebuah *slot* dengan tinggi 4.5mm untuk memasukkan kaki *tipping bucket* ke dalam *housing*. Selain itu, terdapat lubang baut dimana pada saat pemasangan, akan sejajar dengan lubang baut sisi dalam dari *tipping bucket* dan mengunci *tipping bucket* terhadap *housing*. Hal tersebut memastikan *tipping bucket* dapat ditopang oleh *housing* dan mencegah terlepasnya *tipping bucket*.

3.2.5.2 Desain Pengunci *Shell Housing*



Gambar 3.9 Tampak samping blok pengunci *housing*

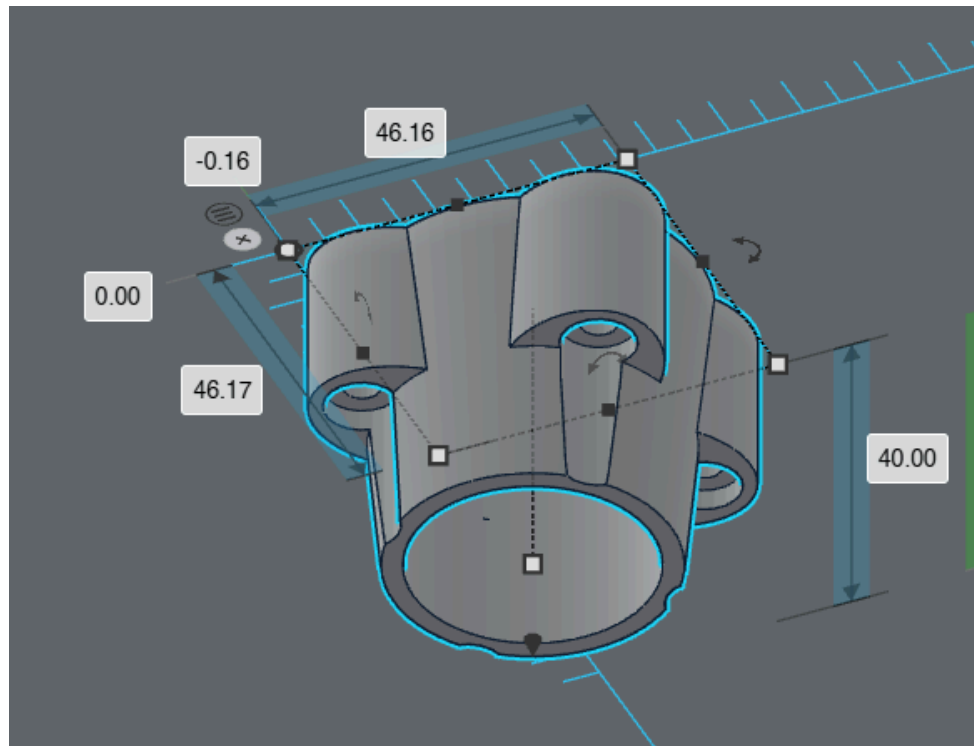
Gambar 3.9 memperlihatkan ilustrasi blok pengunci *housing* dimana sisi berwarna merah memiliki blok pada sisi dalam *housing*, dan sisi kuning yang memiliki blok pada sisi luar *housing*. Ketebalan blok adalah setengah dari ketebalan tembok *housing*. Penambahan blok tersebut dilakukan untuk memastikan kedua belah *housing* terpasang secara erat. Selain itu, blok pengunci mengurangi resiko kebocoran air dengan mengurangi luas permukaan yang di print pada satu lapisan agar lebih halus, dan memastikan air tidak bocor dengan adanya tembok antara kedua belah *housing*.



Gambar 3.10 Desain lubang baut baru pada *housing* bawah

Gambar 3.10 menjelaskan desain lubang baut pada *prototype* 1. Untuk mempermudah proses *printing*, bagian bawah lubang baut dibuat miring, serta dibuat *slot* dengan lebar 7mm dan tinggi 3.25mm yang digunakan untuk memasang mur. Mur tersebut kemudian akan terpasang terhadap baut *housing* agar kuncian semakin kuat.

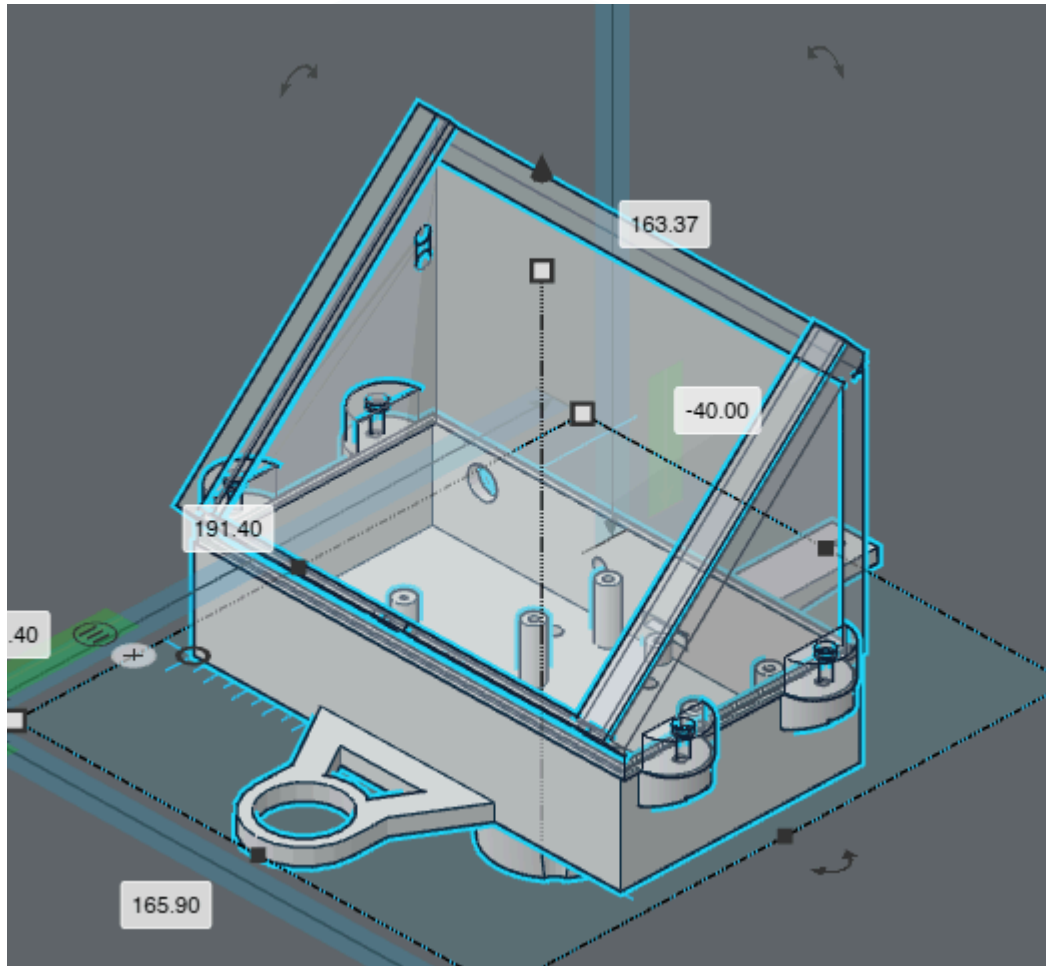
3.2.5.3 Desain *Mounting* Pipa Penyangga



Gambar 3.11 Tampak perspektif mounting pipa

Gambar 3.11 memperlihatkan desain *mounting* pipa berbentuk kerucut dengan tinggi 40mm, serta panjang dan lebar sekitar 46mm. Terdapat empat buah lubang baut mengelilingi *mounting* berbentuk lingkaran. Untuk memastikan koneksi *mounting* terhadap *housing* kokoh, digunakan baut dengan ukuran 5mm.

3.2.6 Desain *Prototype* Kedua

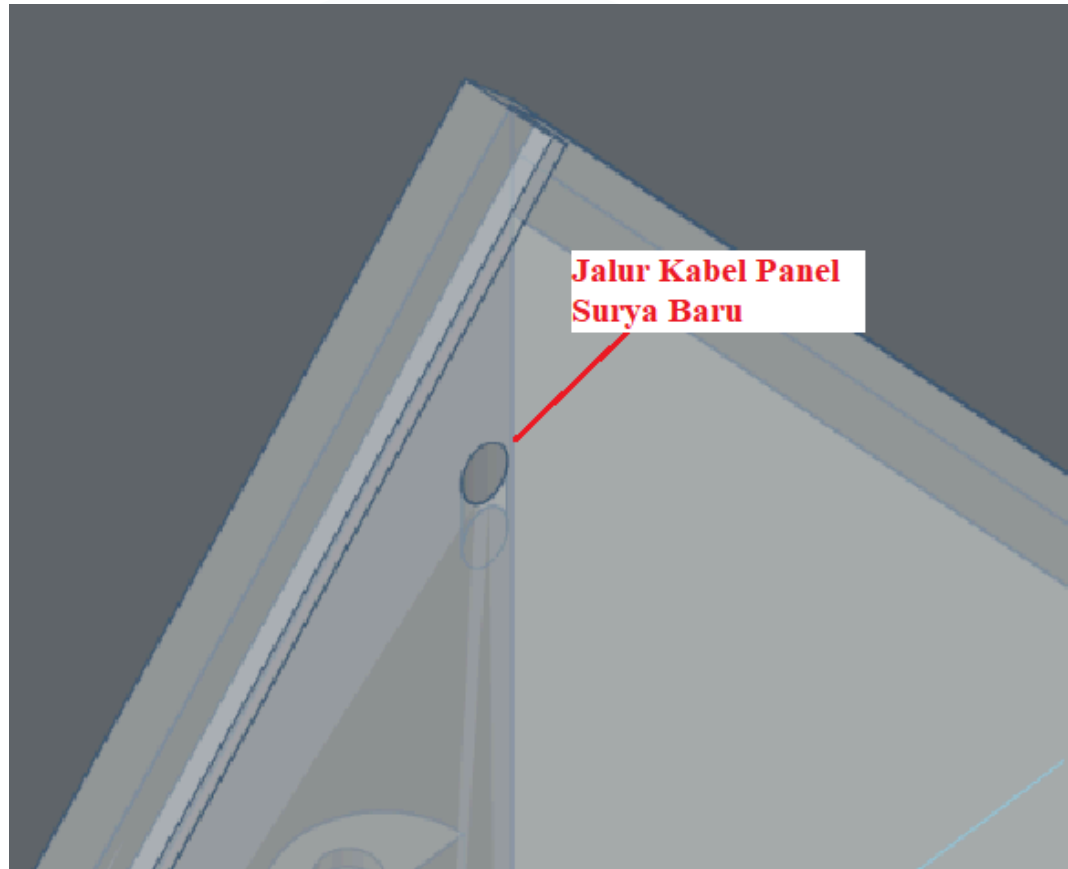


Gambar 3.12 Tampak perspektif *prototype housing* kedua

Gambar 3.12 memperlihatkan *render* dari *prototype* 2, dimana tinggi *housing* naik 12mm menjadi 163mm karena *slot* panel surya pada sisi atas *housing* diperpanjang.

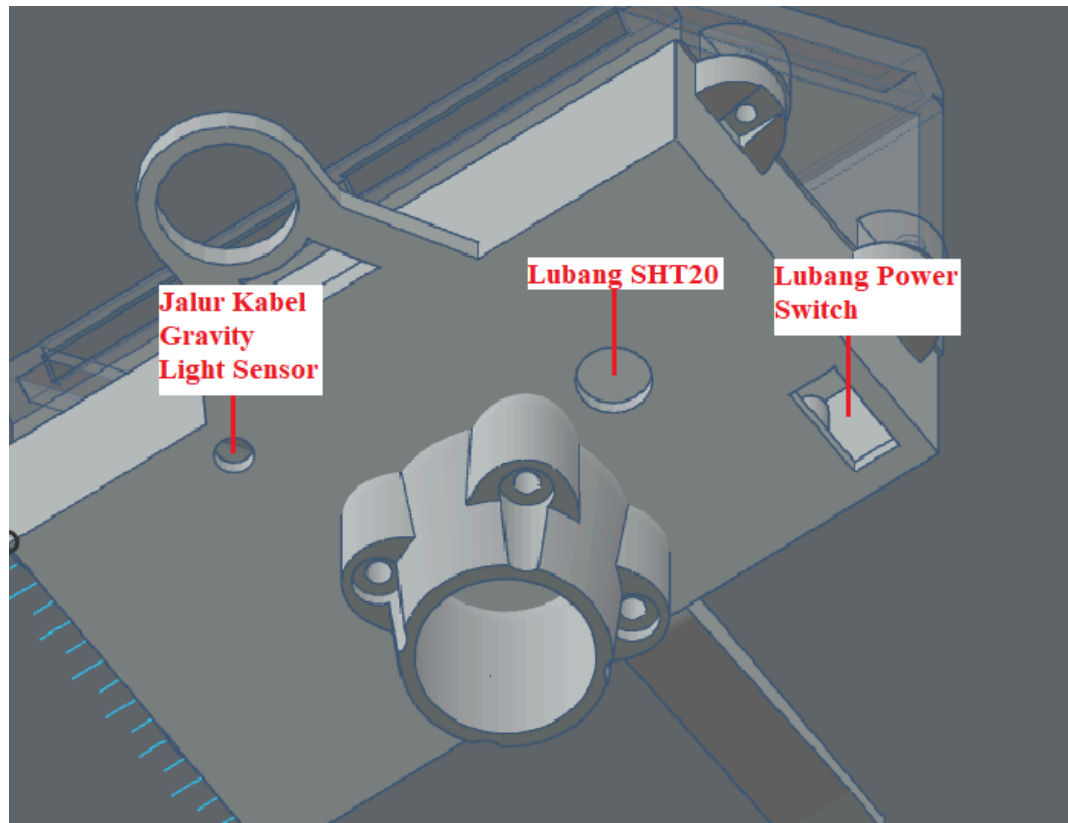
Untuk meningkatkan tingkat ketahanan terhadap air, dilakukan penyesuaian terhadap jalur kabel antara *PCB* dengan sensor, serta *Solar Power Manager* dengan panel surya. Desain dari *prototype* 2 dapat dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

3.2.6.1 Perubahan Jalur Kabel



Gambar 3.13 Perubahan posisi kabel panel surya

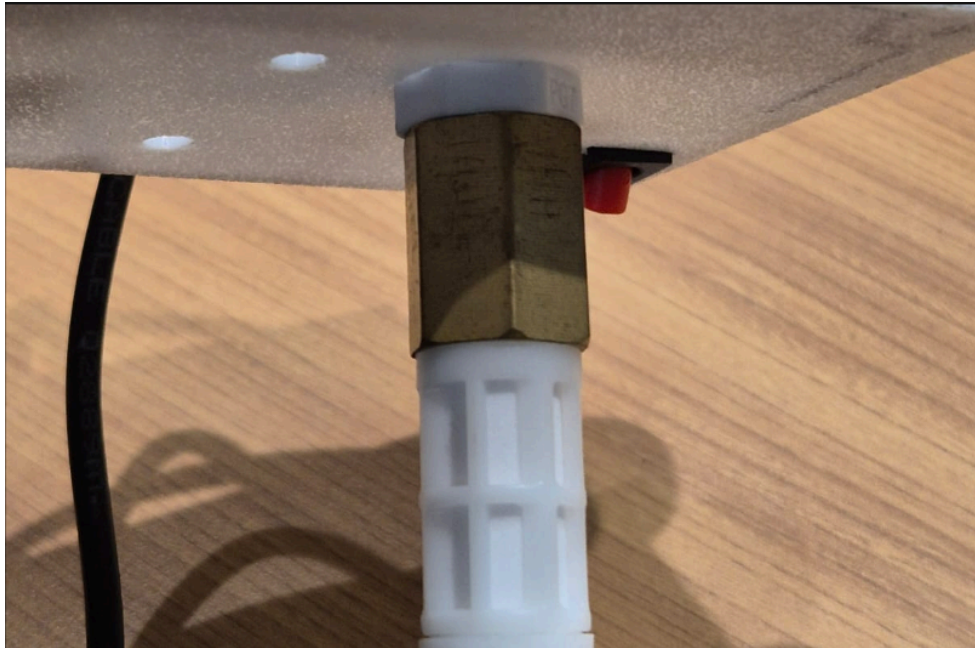
Gambar 3.13 memperlihatkan perubahan posisi jalur kabel panel surya ke penampang panel surya. Hal ini dilakukan untuk mengurangi panjang kabel yang dibutuhkan, dan juga mengurangi resiko kerusakan pada panel surya karena *housing* kini dapat dibuka tanpa melepas panel surya terlebih dahulu.



Gambar 3.14 Perubahan pada *housing* bawah

Gambar 3.14 memperlihatkan perubahan posisi kabel dan sensor ke bagian bawah *housing*. Pada sisi kiri terdapat jalur kabel *Gravity Light Sensor* untuk mengurangi panjang kabel yang dibutuhkan, juga untuk menghindari cipratan air langsung terhadap lubang kabel. Lubang untuk *SHT20* dibuat lebih lebar untuk memanfaatkan *PG7 Cable Gland* yang dimiliki sensor tersebut, sehingga sensor dapat langsung dipasang ke badan *housing*.

Selain itu, untuk mempermudah proses *debugging* dan transportasi, dibuat sebuah *slot* untuk memasang *power switch* pada *node*, sehingga *node* dapat diaktifkan tanpa harus membuka *housing*.



Gambar 3.15 Posisi pemasangan *SHT20* pada *housing*

Gambar 3.15 memperlihatkan pemasangan *SHT20* pada *housing* menggunakan *PG7 Cable Gland* pada sisi atas sensor.

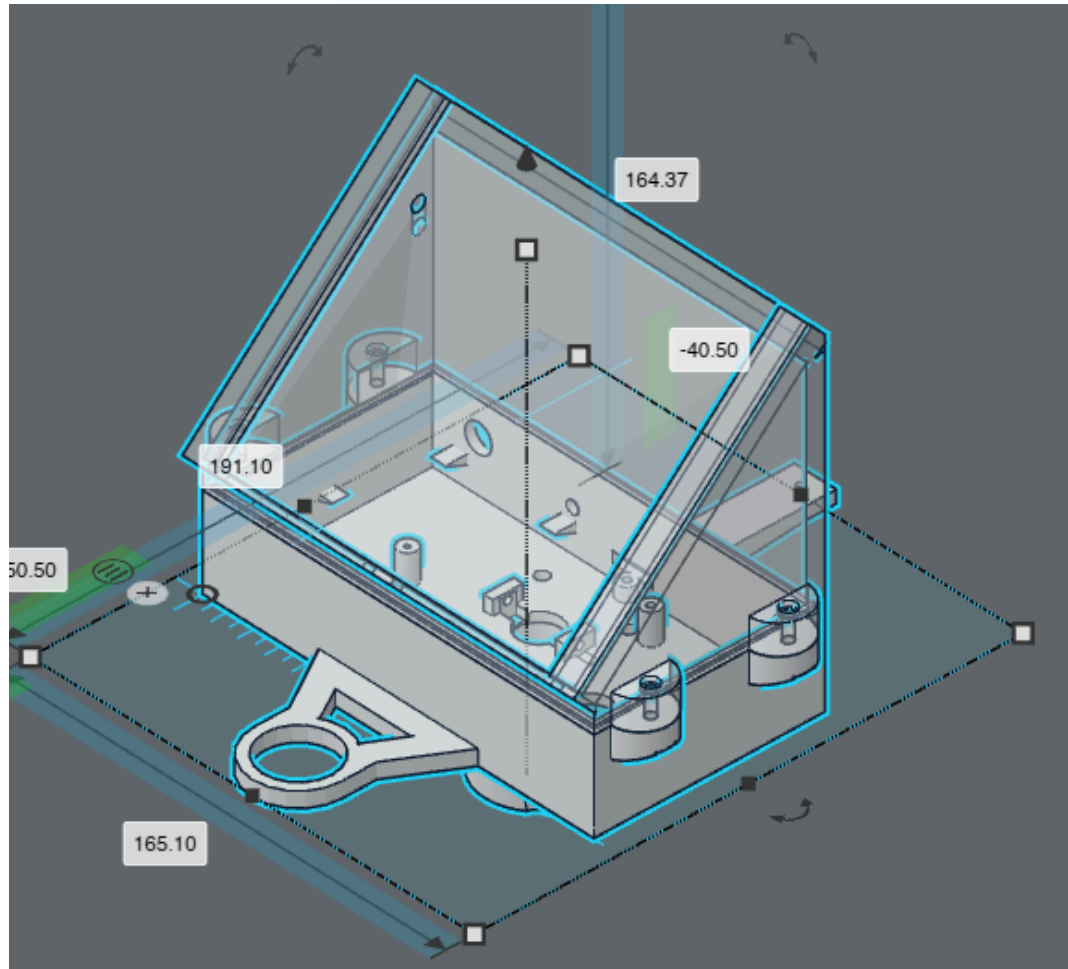


Gambar 3.16 *Sensor node* di Sleman

Gambar 3.16 memperlihatkan *prototype 2* pada saat uji coba di Sleman dengan memasang *node* pada area perkebunan salak. Untuk uji coba kali ini, *node* dipasang sekitar satu bulan tanpa *monitoring* karena terkendala jarak yang jauh.

Hasil dari uji coba tersebut adalah *node* mengalami kebocoran pada bagian *SHT20* karena ketebalan *housing* membuat *PG7 Cable Gland* kehilangan segel, sehingga air dapat meresap masuk dan menyebabkan korosi pada komponen *node*. Tetapi sisi dinding *node* tidak terlihat indikasi kebocoran air. Selain itu, masih terdapat korosi permukaan pada baut *housing* tetapi tidak mempengaruhi performa.

3.2.7 Desain *Prototype* Ketiga

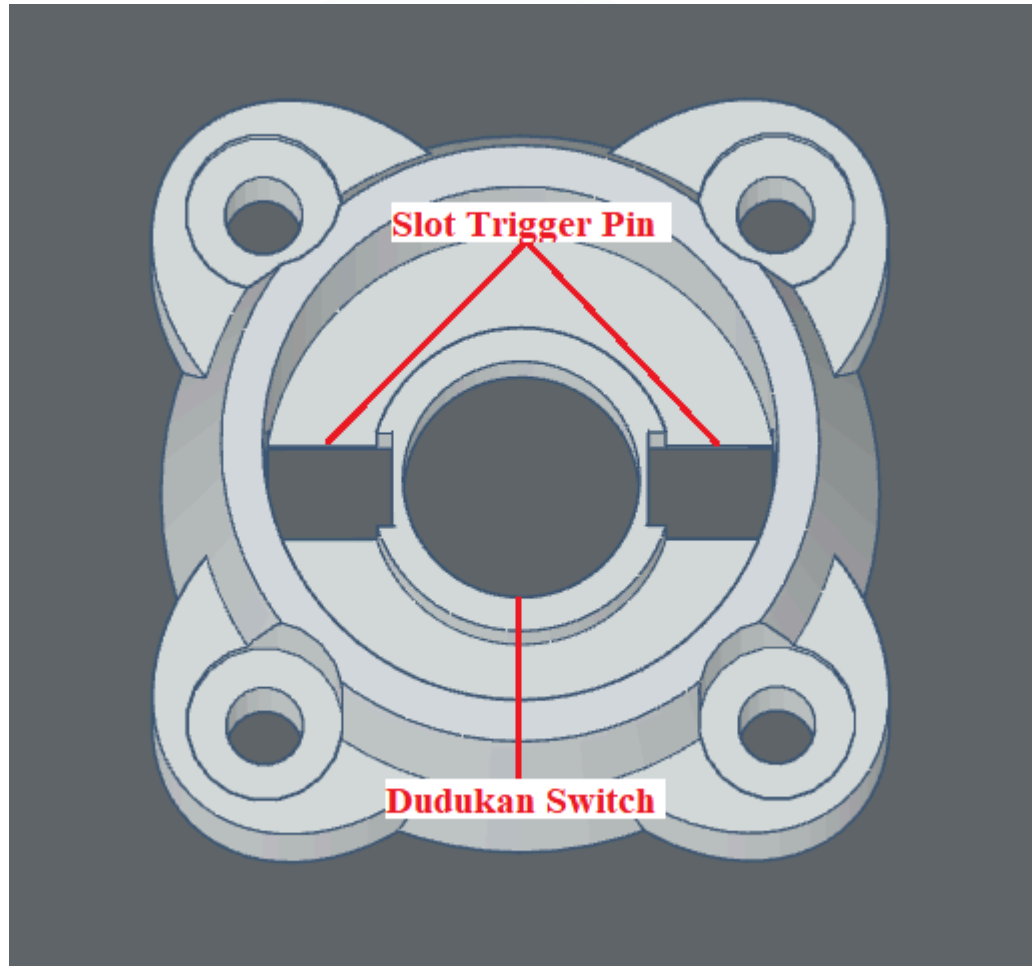


Gambar 3.17 Tampak perspektif *prototype* ketiga

Gambar 3.17 memperlihatkan tampak perspektif *prototype* 3 dimana tidak terdapat perubahan secara signifikan pada bagian luar *housing*, namun pada bagian dalam *housing* terdapat modul *GPS* serta perubahan pada *mounting* pipa yang memiliki pin kontak sebagai *trigger* untuk modul tersebut. Penambahan *trigger pin* berfungsi sebagai mitigasi pencurian *sensor node*.

Pada *prototype* ketiga, perubahan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

3.2.7.1 Perubahan Posisi *Power Switch*



Gambar 3.18 Gambar perspektif *mounting* pipa dengan *switch*

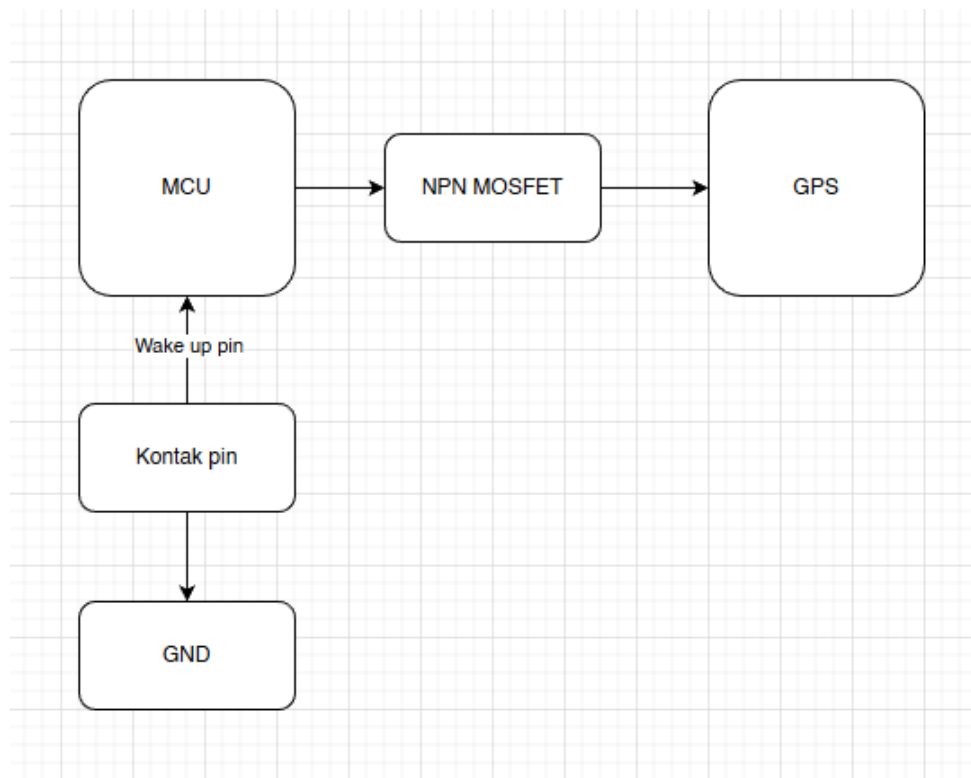
Gambar 3.18 memperlihatkan *mounting* pipa baru yang memiliki dudukan untuk *power switch* baru. Untuk mengatasi keterbatasan ukuran, jenis *power switch* yang digunakan diganti dari model persegi menjadi model lingkaran. Perubahan posisi *power switch* dilakukan untuk mencegah *power switch* tersentuh secara tidak sengaja. Untuk menghubungkan *power switch* dengan *PCB*, dibuat lubang pada bawah *housing* sejajar dengan posisi lubang *switch* pada *mounting* pipa. Selain itu, terdapat *slot* persegi pada kedua sisi dudukan *switch* agar *trigger pin* dapat dipasang.

3.2.7.2 *Trigger Pin ESP32*



Gambar 3.19 *Trigger pin ESP32* yang menyentuh pipa penopang

Gambar 3.19 memperlihatkan *power switch* dan *trigger pin* yang dipasang pada *housing*. Saat *housing* dipasang pada pipa penopang, kedua kontak akan menyentuh permukaan dalam dari pipa penopang.



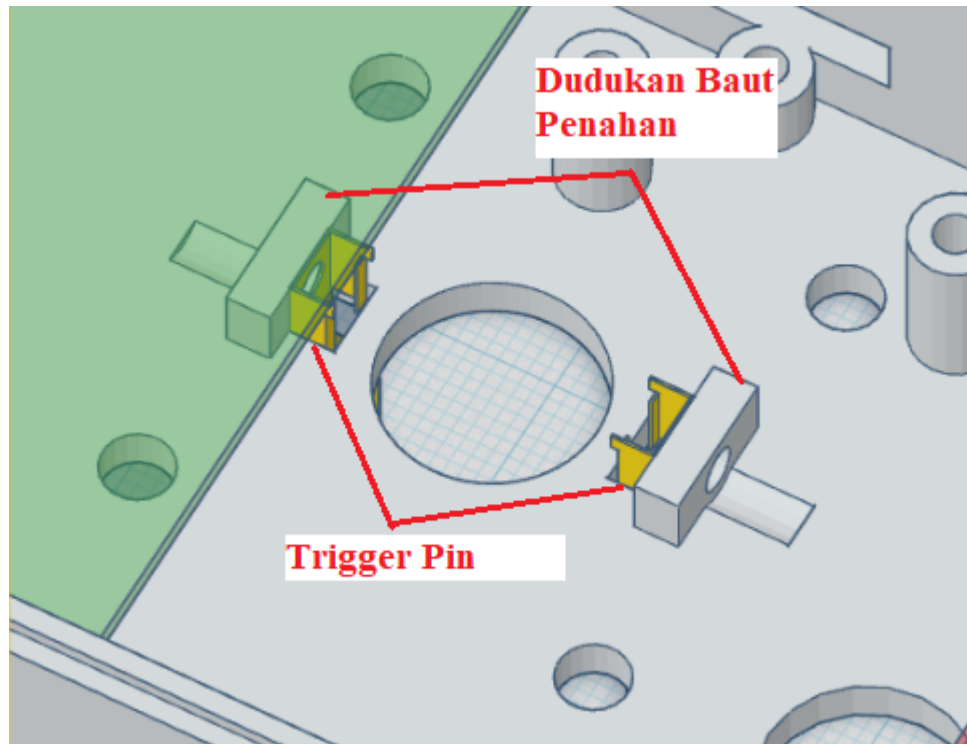
Gambar 3.20 Rangkaian pemasangan pin kontak

Gambar 3.20 memperlihatkan rangkaian pemasangan *trigger pin* bersama modul *GPS*. Fitur mitigasi pencurian bekerja dengan menggunakan pipa penopang galvanis sebagai media untuk memastikan apakah *sensor node* terpasang di lokasi yang sesuai atau tidak. Hal tersebut bekerja dengan menggunakan *GPIO pin* pada *ESP32* untuk mengamati kondisi pada pin kontak. Selama pin terhubung dengan pipa penopang, output kepada pin tersebut akan HIGH. Namun jika *node* dilepas dari pipa penopang, koneksi *node* terhadap pipa akan terputus, sehingga akan menghasilkan output LOW pada pin, sehingga *node* akan keluar dari mode *deep sleep* dan menyalakan modul *GPS*.



Gambar 3.21 Kontak *female* BROCO 344LN yang sudah di modifikasi

Gambar 3.21 memperlihatkan kontak *female* dari stop kontak BROCO 344LN yang dimodifikasi dengan memotong kontak tersebut menjadi sebuah plat, yang kemudian diberi sedikit lekukan agar pada saat pemasangan, kontak tersebut menyentuh dinding dalam dari pipa penopang yang berfungsi sebagai ground.



Gambar 3.22 Desain pin kontak *female* pada *housing*

Gambar 3.22 memperlihatkan desain dudukan pin kontak pada *housing*. Agar kontak muat ke dalam *housing*, dibuat sepasang *slot* berbentuk persegi panjang yang menembus melewati *mounting* pipa. Selain itu, dibuat juga dudukan baut berukuran 3mm untuk menahan pin stop kontak pada tempatnya.

3.2.8 Tabel Kompatibilitas

Sebagai panduan pemasangan, dibuat tabel kompatibilitas untuk komponen *housing*. Sel yang diberi tanda centang (✓) memiliki kompatibilitas penuh, sedangkan segitiga (△) memiliki kompatibilitas terbatas dan memerlukan modifikasi, dan silang (✗) tidak memiliki kompatibilitas.

Tabel 3.2 Tabel Kompatibilitas *housing* atas

<i>Housing</i> atas	<i>Housing</i> bawah <i>Testbed</i>	<i>Housing</i> bawah <i>Prototype 1</i>	<i>Housing</i> bawah <i>Prototype 2</i>	<i>Housing</i> bawah <i>Prototype 3</i>
<i>Testbed</i>	✓	✗	✗	✗
<i>Prototype 1</i>	✗	✓	△ (Jalur kabel)	△ (Jalur kabel)
<i>Prototype 2</i>	✗	△ (Jalur kabel)	✓	✓
<i>Prototype 3</i>	✗	△ (Jalur kabel)	✓	✓

Tabel 3.3 Tabel Kompatibilitas *housing* bawah

<i>Housing</i> bawah	<i>Housing</i> atas <i>Testbed</i>	<i>Housing</i> atas <i>Prototype 1</i>	<i>Housing</i> atas <i>Prototype 2</i>	<i>Housing</i> atas <i>Prototype 3</i>	<i>Mounting</i> pipa <i>Prototype 1</i> dan 2	<i>Mounting</i> pipa <i>Prototype 3</i>	<i>Mounting</i> <i>tipping bucket</i>
<i>Testbed</i>	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗
<i>Prototype 1</i>	✗	✓	△ (Jalur kabel)	△ (Jalur kabel)	✓	△ (Hanya sebagai <i>mount</i>)	✓
<i>Prototype 2</i>	✗	△ (Jalur	✓	✓	✓	△ (Hanya	✓

		kabel)				sebagai <i>mount</i>)	
<i>Prototype 3</i>	✗	△ (Jalur kabel)	✓	✓	△ (Hanya sebagai <i>mount</i>)	✓	✓

Tabel 3.4 Tabel Kompatibilitas *mounting* pipa

<i>Mounting</i> pipa	<i>Housing</i> bawah <i>Testbed</i>	<i>Housing</i> bawah <i>Prototype 1</i>	<i>Housing</i> bawah <i>Prototype 2</i>	<i>Housing</i> bawah <i>Prototype 3</i>
<i>Testbed</i>	✗ (Tidak ada)	✗ (Tidak ada)	✗ (Tidak ada)	✗ (Tidak ada)
<i>Prototype 1</i> dan <i>Prototype 2</i>	✗ (Tidak ada)	✓	✓	△ (Hanya sebagai <i>mount</i>)
<i>Prototype 3</i>	✗ (Tidak ada)	△ (Hanya sebagai <i>mount</i>)	△ (Hanya sebagai <i>mount</i>)	✓

Tabel 3.5 Tabel Kompatibilitas *power switch* dan *GPS*

Kombinasi	<i>Power switch</i>	<i>GPS</i>
<i>Housing bawah Prototype 1 dan Mounting pipa Prototype 1 atau 2</i>	✗ (Tidak ada)	✗ (Tidak ada)
<i>Housing bawah Prototype 1 dan Mounting pipa Prototype 3</i>	△ (Lubang <i>Power switch</i>)	△ (Pin kontak <i>GPS</i>)
<i>Housing bawah Prototype 2 dan Mounting pipa Prototype 1 atau 2</i>	✓ (Switch pada <i>housing</i> bawah)	✗ (Tidak ada)
<i>Housing bawah Prototype 2 dan Mounting pipa Prototype 3</i>	✓ (Switch pada <i>housing</i> bawah)	△ (Pin kontak <i>GPS</i>)
<i>Housing bawah Prototype 3 dan Mounting pipa Prototype 3</i>	✓ (Switch pada <i>mounting</i> pipa)	✓
<i>Housing bawah Prototype 3 dan Mounting pipa Prototype 1 atau 2</i>	△ (Lubang <i>Power switch</i>)	△ (Pin kontak <i>GPS</i>)

Tabel 3.2 memperlihatkan kompatibilitas *housing* atas untuk setiap versi. *Housing* bawah *testbed* tidak memiliki *cross-compatibility* dengan versi *prototype* lainnya karena memiliki desain pengunci *housing* yang berbeda. Selain itu, meski memiliki desain pengunci yang sama, perbedaan jalur kabel panel surya pada *prototype* 1 dan 2 memerlukan modifikasi jalur kabel agar dapat digunakan.

Tabel 3.3 memperlihatkan kompatibilitas *housing* bawah untuk setiap versi. *Housing testbed* tidak dapat digunakan untuk versi *prototype* dan tidak memiliki *mounting* untuk menyangga *tipping bucket*. *Mounting* pipa untuk *prototype* 1 dan 2 memiliki desain yang sama. *Mounting* pipa *prototype* 3 dapat digunakan pada *housing* bawah *prototype* 1 dan 2 tetapi hanya sebagai *mounting* pipa.

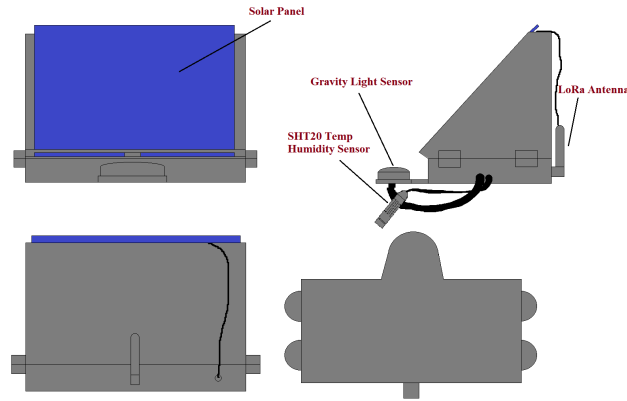
Tabel 3.4 memperlihatkan kompatibilitas *mounting* pipa. *Mounting* tidak dapat dipasang pada *housing testbed* karena tidak memiliki lubang baut untuk pemasangan. *Mounting* pada semua versi memiliki posisi lubang baut yang sama sehingga dapat dipasang pada semua versi *prototype*. Namun *mounting prototype* 3 tidak bisa dipasang *switch* dan *trigger GPS* pada *housing prototype* 1 dan 2 karena tidak memiliki lubang untuk *switch* dan *trigger*, begitupun sebaliknya tanpa mengurangi fungsi *mounting* untuk menopang *housing* pada pipa.

Tabel 3.5 memperlihatkan kompatibilitas *power switch* dan fungsi *trigger GPS*. *Housing prototype* 1 tidak memiliki fitur *power switch* dan *GPS* karena tidak memiliki lubang *switch* dan *trigger GPS*. Untuk *prototype* 2, fungsi *power switch* terdapat pada *housing*, tetapi tidak memiliki lubang yang dibutuhkan oleh plat *trigger GPS*. Untuk *prototype* 3, *power switch* terdapat pada *mounting* pipa, dan terdapat lubang untuk *trigger GPS*. Jika dipasang pada *mounting prototype* 1 atau 2, *housing prototype* 3 akan kehilangan fungsi *power switch* dan *GPS*.

3.2.9 Panduan Identifikasi *housing*

Untuk membantu identifikasi agar memudahkan proses pemasangan/*maintenance housing*, berikut beberapa ilustrasi identifikasi *housing* yang memperlihatkan fitur pada *housing*.

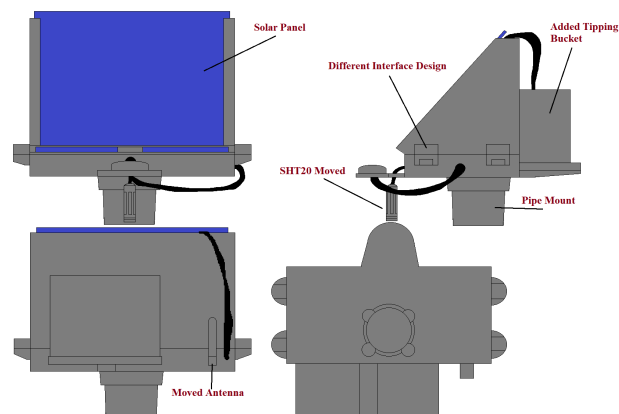
3.2.9.1 *Housing Testbed*



Gambar 3.23 Ilustrasi *housing testbed*

Salah satu penanda utama *housing testbed* seperti pada gambar 3.23 di atas adalah tidak adanya *mounting* pipa. Selain itu, posisi antenna berada di tengah, serta sensor *SHT20* yang digantung tanpa *mounting*.

3.2.9.2 *Housing Prototype 1*

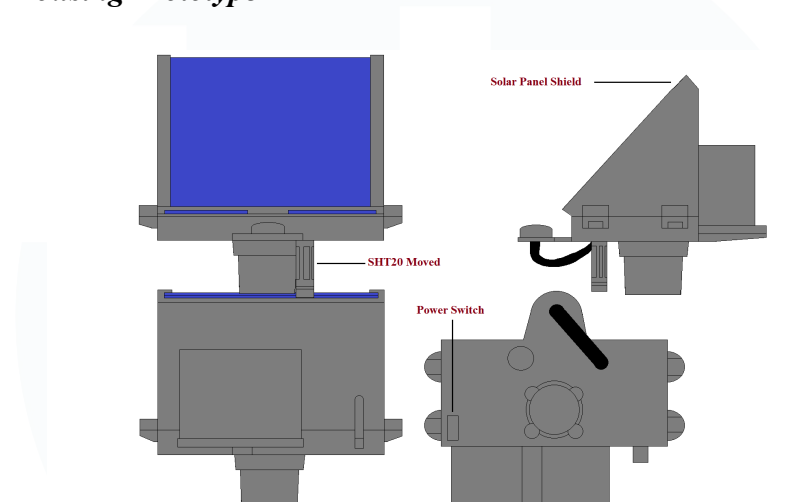


Gambar 3.24 Ilustrasi *housing prototype 1*

Perubahan terbesar pada desain *prototype 1* adalah penambahan *mounting* pipa, serta sensor *tipping bucket*. Untuk mengakomodasi *tipping bucket*, posisi antenna *LoRa* dipindah ke samping kanan *housing*. Selain itu, desain pengunci

housing diubah agar dapat menggunakan mur. Untuk posisi *SHT20* dipindah ke depan tanpa *mounting*.

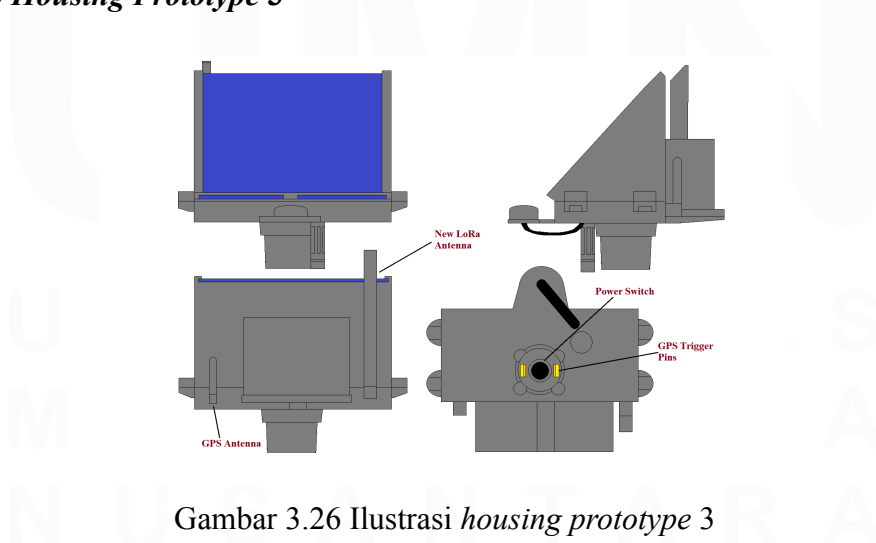
3.2.9.3 Housing Prototype 2



Gambar 3.25 Ilustrasi *housing prototype 2*

Perubahan pada *prototype 2* pada gambar 3.25 di atas adalah posisi sensor *SHT20* yang dipasang langsung pada *housing*. Selain itu posisi kabel sensor dipindahkan ke bawah *housing* dan tidak terlihat lubang kabel panel surya di belakang *housing*. Perubahan pada *housing* atas adalah *slot* panel surya dibuat lebih tinggi agar dapat melindungi sisi atas panel surya.

3.2.9.3 Housing Prototype 3



Gambar 3.26 Ilustrasi *housing prototype 3*

Perubahan pada *prototype* 3 pada gambar 3.26 di atas adalah perbedaan pada antena *LoRa* yang lebih tinggi, serta tambahan antena *GPS* di sisi kiri *housing*. Untuk mengakomodasi perubahan tersebut, posisi *tipping bucket* dipindah ke arah tengah *housing*. Pada bagian *mounting* pipa, posisi *switch* dipindah ke dalam *mounting* bersama dengan kedua plat kontak *GPS trigger*.

3.3 Kendala yang Ditemukan

Selama periode magang, terdapat beberapa kendala yang dihadapi dalam mengembangkan *housing* sensor node MySalak. Beberapa kendala utama yang dihadapi adalah sebagai berikut:

Proses desain *housing sensor node* dilakukan melalui *TinkerCAD* yang merupakan *software* desain berbasis web tanpa adanya fitur *parametric design* dan fitur terbatas untuk memindahkan komponen secara presisi. Kedua hal tersebut sangat memakan waktu yang terbatas karena diperlukan beberapa kali desain ulang akibat dari ukuran komponen yang tidak sesuai.

Selain itu, pada tahap perancangan dan uji coba desain yang dibuat, belum ada fasilitas *3D printing* yang memadai dalam lingkup universitas, sehingga dibutuhkan jasa dari pihak luar untuk melakukan uji coba dan validasi desain. Akibat dari hal tersebut, revisi dan pertimbangan desain yang dilakukan harus menyesuaikan jumlah kesempatan revisi yang sangat terbatas, sehingga beberapa revisi pada desain dilakukan secara manual. Selain itu, alat-alat dan fasilitas pengerjaan *hardware* kurang, sehingga terdapat kerusakan pada salah satu *prototype* dan alat-alat akibat dari penggunaan alat yang tidak sesuai untuk *use case* nya.

Pada tahap pengetesan *prototype* kedua terdapat kebocoran air melalui sensor *SHT20* yang disebabkan oleh penggunaan jenis *sealant* yang tidak sesuai.

Pada tahap akhir pengembangan, terjadi penambahan fitur yang tidak terdapat pada spesifikasi awal. Hal ini mengakibatkan perubahan pada desain yang tidak dapat divalidasi secara menyeluruh implementasi nya.

Pemilihan jenis *power switch* yang tidak tepat menyebabkan kerusakan pada *power switch* yang tidak dapat terdeteksi pada saat pengetesan dimana jenis *switch* yang tidak diperuntukkan untuk penggunaan *outdoor* menyebabkan *switch* terkena korosi pada saat *deployment*. Meskipun *sensor node* tetap berfungsi, kerusakan pada *switch* menyebabkan *node* tidak dapat dimatikan.

Selain itu, penggunaan plat kontak untuk modul *GPS* terbukti tidak *reliable* karena plat tersebut tidak memiliki kelenturan yang sesuai untuk mengakomodasi perubahan pada diameter pipa penopang. Hal tersebut menyebabkan modul *GPS* aktif dan mempengaruhi kinerja baterai pada *node*.

3.5 Solusi atas Kendala yang Ditemukan

Dilakukan beberapa tindakan korektif untuk mengatasi masalah - masalah yang ditemukan selama pengembangan desain *sensor node*. Berikut adalah solusi yang diimplementasikan untuk setiap kendala:

Untuk memastikan desain memiliki dimensi yang sesuai, dibuat beberapa *template* dan *jig* untuk komponen yang terdapat pada *sensor node*. Selain itu, *template* juga dibuat untuk *housing* terkhususnya pada bagian penghubung kedua bagian yang memiliki toleransi sekitar 0.125mm. Tindakan tersebut juga dilakukan melalui dua *file* secara paralel, yang bertindak sebagai implementasi *version control* sederhana untuk memastikan apabila terjadi kesalahan dapat dilakukan *rollback* ke iterasi terakhir sebelum dilakukan perubahan.

Untuk mengatasi keterbatasan pada jumlah sesi *3D printing* yang dapat dilakukan, desain *housing* dibuat sebisa mungkin *backwards compatible* dengan versi sebelumnya. Hal ini memungkinkan *sensor node* untuk diperbarui dengan mengganti komponen yang bersifat *plug and play*. Selain itu, untuk mengatasi keterbatasan pada alat yang tersedia, dilakukan pembelian alat - alat khusus yang

memungkinkan penulis merakit *sensor node* secara lebih efisien dan memperkecil kemungkinan terjadinya kerusakan pada *sensor node*.

Untuk mengatasi kendala fasilitas, dilakukan pembelian berupa dua alat *3D printing* untuk *prototyping* secara cepat.

Untuk mengatasi kendala kebocoran air dan modul *GPS*, dibuat sebuah rekomendasi untuk mengganti jenis *sealant* dan menonaktifkan fitur *GPS* untuk pengembangan *sensor node* dan *housing* selanjutnya.