

LAPORAN TUGAS AKHIR
PENGUJIAN OTOMATISASI SISTEM PENGKABUTAN
MENGGUNAKAN SENSOR KELEMBABAN TANAH
(*Capacitive Soil Moisture Sensor V1.2*) PADA INSTALASI
AEROPONIK



Disusun oleh:

Ridho

NIM: 07.15.19.019

PROGRAM STUDI TATA AIR PERTANIAN
POLITENIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA (PEPI)
BADAN PENYULUH DAN PENGEMBANGAN SDM PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN

2022

LAPORAN TUGAS AKHIR
PENGUJIAN OTOMATISASI SISTEM PENGKABUTAN
MENGGUNAKAN SENSOR KELEMBABAN TANAH
(*Capacitive Soil Moisture Sensor V1.2*) PADA INSTALASI
AEROPONIK

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Ahli madya (A.Md.)

Disusun oleh:
Ridho
NIM: 07.15.19.019

PROGRAM STUDI TATA AIR PERTANIAN
POLITENIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA (PEPI)
BADAN PENYULUH DAN PENGEMBANGAN SDM PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN
2022

HALAMAN PENGESAHAN UJIAN TUGAS AKHIR

Judul : PENGUJIAN OTOMATISASI SISTEM PENGKABUTAN
MENGUNAKAN SENSOR KELEMBABAN TANAH
(*Capacitive Soil Moisture Sensor V1.2*) PADA INSTALASI
AEROPONIK

Nama : Ridho

NIM : 07.15.19.019

Program Studi : DIII Tata Air Pertanian

Jenjang : Diploma Tiga (D3)

**Dinyatakan LULUS setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Sidang
Tugas Akhir Program Studi DIII Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia
(PEPI).**

Serpong, 2 Agustus 2022

1 Penguji I

Dr. Ir. Rahmat Hanif Anasiru, M. Eng

NIP. 196407251992031002

Tanda tangan



2 Penguji II

Sugih Mahera, SP., M. Si

NIP/NIDN. 11032021

Tanda tangan



3 Penguji III

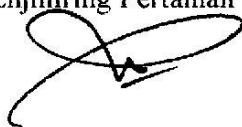
Arief Wicaksono, S.Si., M. Si

NIP/NIDN. 4421097901

Tanda tangan



Mengetahui,
Ketua Program Studi Tata Air Pertanian
Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia (PEPI)



Dr. Ir. Rahmat Hanif Anasiru, M. Eng

NIP. 196407251992031002

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

Judul : PENGUJIAN OTOMATISASI SISTEM PENGKABUTAN
MENGUNAKAN SENSOR KELEMBABAN TANAH
(*Capacitive Soil Moisture Sensor V1.2*) PADA INSTALASI
AEROPONIK

Nama : Ridho

NIM : 07.15.19.019

Program Studi : DIII Tata Air Pertanian

Jenjang : Diploma Tiga (D3)

Menyetujui:

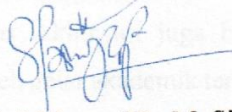
Pembimbing I



Dr. Ir. Rahmat Hanif Anasiru, M. Eng

NIP. 196407251992031002

Pembimbing II



Sugih Mahera, SP., M. Si

NIP. -

Mengetahui,
Ketua Program Studi Tata Air Pertanian
Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia (PEPI)



Dr. Ir. Rahmat Hanif Anasiru, M. Eng
NIP. 196407251992031002

Direktur

Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia (PEPI),



Dr. Muharifza, S.TP, M.Si.

NIP. 197911212008011007

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ridho
NIM : 07.15.19.019
Judul : PENGUJIAN OTOMATISASI SISTEM PENGKABUTAN
MENGUNAKAN SENSOR KELEMBABAN TANAH
(*Capacitive Soil Moisture Sensor V1.2*) PADA INSTALASI
AEROPONIK

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini merupakan karya ilmiah hasil pemikiran sendiri secara orisinil dan saya susun secara mandiri dengan tidak melanggar kode etik hak karya cipta. Laporan Tugas Akhir ini juga bukan merupakan karya yang pernah di ajukan untuk memperoleh gelar akademik tertentu suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis di acu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata Laporan Tugas Akhir ini terbukti melanggar kode etik karya cipta atau merupakan karya yang dikategorikan mengandung unsur plagiarisme, maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkan sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan sesungguhnya.

Serpong, Agustus 2022

Yang membuat Pernyataan,



..... (Ridho)

NIM. ... 07.15.19.019

**PENGUJIAN OTOMATISASI SISTEM PENGKABUTAN
MENGUNAKAN SENSOR KELEMBABAN TANAH (*Capacitive Soil
Moisture Sensor V1.2*) PADA INSTALASI AEROPONIK**

RIDHO

Mahasiswa Program Studi Tata Air Pertanian, Politeknik Enjiniring Pertanian
Indonesia (PEPI)

ABSTRAK

Aeroponik adalah sebuah teknik bertanam dengan cara menggantungkan akar tanaman tersebut di udara dan tumbuh di lingkungan lembab tanpa tanah, karena akarnya digantungkan di udara, dan tidak memerlukan tanah, maka memungkinkan teknik ini untuk dilakukan hampir di mana saja (Siregar dan Rivai, 2018). Tujuan tugas akhir yaitu mendesain rancang bangun instalasi aeroponik dengan sistem pengendali otomatis. dan Penggunaan alat mikrokontroler. Metode pengumpulan data yaitu metode penelitian deskriptif. Pada pembuatan rancang bangun instalasi aeroponik, dan membuat sistem kontrol dengan Internet of Things (IoT), selain itu dilakukan pengujian antara Uji Analisa debit instalasi Aeroponik yaitu $Q_{tot} 1,61 \times 10^{-3} \text{ M}^3/\text{S}$, uji keseragaman semprotan air pada nozzle dengan hasil 97% dan Pengujian fungsi sistem kontrol instalasi aeroponik. Pada pembuatan mikrokontroler dengan memanfaatkan IoT, Rancang bangun aeroponik dibuat berdasarkan desain yang telah dibuat dengan ukuran keseluruhan yaitu Panjang 6 meter, lebar 1,04 meter dan tinggi 1 meter dan juga dengan detail-detail perancangan pada instalasi aeroponik. Penggunaan instalasi aeroponik dengan otomatisasi pompa pendorong aeroponik dapat dikendalikan secara otomatis melalui sistem kontrol utama yaitu sensor kelembaban pada rockwool yang didukung dengan mikrokontroler.

Kata kunci: Aeroponik, Mikrokontroler, Rancang bangun.

AUTOMATION TESTING OF FOGGING SYSTEMS USING A CAPACITIVE SOIL MOISTURE SENSOR V1.2 ON AEROPONIC INSTALLATIONS

RIDHO

*Students of the Agricultural Water Management Study Program, Indonesian
Agricultural Engineering Polytechnic (PEPI)*

ABSTRACT

Aeroponics is a farming technique by hanging the roots of the plant in the air and growing in a humid environment without soil, because the roots are hung in the air, and do not require soil, allowing this technique to be carried out almost anywhere (Siregar and Rivai, 2018). The purpose of the final project is to design the design of aeroponic installations with automatic control systems. The data collection method is a descriptive research method. In making the design and construction of aeroponic installations, and making a control system with the Internet of Things (IoT), in addition to that, tests were carried out between the Aeroponic installation discharge analysis test, namely $Q_{tot} 1.61 \times 10^{-3} \text{ M}^3/\text{S}$, the water spray uniformity test on the nozzle with a result of 97% and testing the function of the aeroponic installation control system. In making microcontrollers by utilizing IoT, aeroponic design is made based on a design that has been made with an overall size, namely 6 meters long, 1.04 meters wide and 1 meter high and also with design details in aeroponic installations. The use of aeroponic installations with automation of aeroponic plunger pumps can be controlled automatically through the main control system, namely the humidity sensor on the rockwool which is supported by microcontroller.

Keywords: *Aeroponics, design, microcontroller.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberikan banyak kenikmatan serta rizqi yang melimpah, solawat dan salam tercurah limpahkan kepada baginda nabi Muhammad SAW. sehingga penulis dapat menyelesaikan. Laporan Tugas Akhir yang berjudul “pengujian otomatisasi sistem pengkabutan menggunakan sensor kelembaban tanah (*capacitive soil moisture sensor v1.2*) pada instalasi aeroponik.”

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik bersifat internal maupun eksternal. Oleh karena, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih antara lain kepada:

1. Bapak Dr. Muharfiza, S.TP., M. Si selaku Direktur Politeknik Enjinirng Pertanian Indonesia.
2. Bapak Dr. Ir. Rahmat H. Anasiru, M.Eng. selaku Ketua Program Studi Tata Air Pertanian.sekaligus Pembimbing I.
3. Ibu Sugih Mahesa, SP., M. Si selaku Pembimbing II.
4. Bapak Dr. Andy Saryoko, SP., MP. Selaku pembimbing akademik
5. Bapak Arif wicaksono, S.Si., M.Si. Dosen yang membantu Tugas Akhir
6. Bapak/Ibu civitas akademika Politeknik Enjinirng Pertanian Indonesia.
7. Kedua orang tua dan keluarga tercinta.
8. Serta seluruh pihak yang tidak saya bisa sebutkan satu persatu yang membantu dalam proses pembuatan Proposal Tugas Akhir ini.
9. Annisa Nur Sajidah Sebagai Pertner dalam penyusun Tugas Akhir

Dalam menyusun Laporan Tugas Akhir ini penulis menyadari laporan ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu masukan dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Demikian semoga dapat bermanfaat bagi pembaca umumnya dan bagi penulis khususnya.

Serpong, Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Batasan masalah	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2. 1 Hidroponik.....	5
2.1.1 Sistem Media Air Dalam (<i>Deep Flow Culture Systems</i>)	5
2.1.2 Sistem sumbu (<i>Wick Systems</i>).....	5
2.1.3 Sistem Teknik Film Nutrisi (<i>Nutrient film technique systems</i>)	6
2.1.4 Sistem pasang surut (<i>Ebb and flow systems</i>)	6
2.1.5 Sistem Tetes (<i>Drip systems</i>)	7

2.1.6 Aeroponik (<i>Aeroponics</i>)	7
2. 2 Aeroponik	7
2. 3 Teknik Irigasi pada Instalasi Aeroponik	8
2. 4 Mikrokontroler	8
2. 5 Sensor kelembaban tanah	9
2. 6 Rancang bangun instalasi Aeroponik	9
2. 7 Perhitungan aliran air dengan pendekatan Rumus fliuda	10
2.7.1 Debit.....	10
2. 8 Analisis keberhasilan budidaya tanaman pada instalasi Aeroponik.....	11
BAB III METODE TUGAS AKHIR	11
3. 1 Prosedur Pelaksanaan	11
3.1.1 Alat dan Bahan.....	11
3.1.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	11
3.1.3 Rencana Langkah Kerja	11
3. 2 Rencana Materi Kegiatan	12
3. 3 Metode Pengumpulan Data	13
3. 4 Metode Analisis Data	14
3. 5 Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir.....	14
3.7 Jadwal palang pelaksanaan Tugas Akhir.....	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Hasil.....	17
4.2 Pembahasan	21
4.2.1 Desain Instalasi Aeroponik.....	21
4.2.2 Mikrokontroler.....	25
4.2.3 Rancang Bangun Instalasi Aeroponik.....	28
4.2.4 Pengujian Instalasi Aeroponik	33

BAB V PENUTUP.....	37
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN.....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Rangkaian mikrokontroler sensor kelembaban tanah	8
Gambar 2. Instalasi Aerponik	9
Gambar 3. Diagram alir Tugas Akhir	15
Gambar 4. Desain instalasi aeroponik.....	18
Gambar 5. Tampilan display pada Mikrokontroler.....	18
Gambar 6. Mikrokontroler Aeroponik dan Tampilan pada Blynk.....	19
Gambar 7. Instalasi Aeroponik	20
Gambar 8. Pengujian keseragaman semprotan air pada nozzle	20
Gambar 9. Tampak isometrik desain instalasi aeroponik	21
Gambar 10. Ukuran keseluruhan dimensi instalasi aeroponik.....	22
Gambar 11. Detail ukuran kerangka sisi kanan	23
Gambar 12. Detail ukuran kerangka tampak depan	23
Gambar 13. Detail gambar bak	24
Gambar 14. Detail ukuran pipa	24
Gambar 15. Detail ukuran pipa pembuangan.....	25
Gambar 16. Mikrokontroler pompa pendorong	25
Gambar 17. Diagram wiring	26
Gambar 18. Rangkaian mikrokontoler.....	27
Gambar 19. Tampilan aplikasi blynk	28
Gambar 20. Instalasi aeroponik.....	28

Gambar 21. Spesifikasi pompa pendorong	33
Gambar 22. Diagram batang debit/ nozzle.....	34

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Materi kegiatan	12
Tabel 2. Jadwal palang pelaksanaan Tugas Akhir	16
Tabel 3. Ukuran keseluruhan	17
Tabel 4. Kebutuhan material	21
Tabel 5. Pinout sirkuit diagram wiring	26
Tabel 6. Perkakas	29
Tabel 7. Kebutuhan material	29
Tabel 8. Ukuran potongan CNP Kanal C	30
Tabel 9. Ukuran potongan Pipa	31
Tabel 10. Spesifikasi pompa pendorong	32
Tabel 11. Data debit	33
Tabel 12. Data keseragaman nilai CU	35

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar kerja atau Layout desain.....	40
--------------------------------------	----

DAFTAR RUMUS

Rumus 1. Perhitungan debit air.....	10
Rumus 2. Perhitungan volume dan waktu pada debit air.....	10
Rumus 3. Total debit.....	34
Rumus 4. Rata-rata debit.....	34

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini kebutuhan pangan di Indonesia semakin meningkat dikarenakan jumlah populasi penduduk yang semakin banyak dan areal pertanian konvensional semakin menyempit dan semakin sedikit. Maka dari itu, dibutuhkan pengembangan teknologi yang mampu menjawab tantangan kebutuhan pangan penduduk. Dewasa ini, sudah banyak berkembang pertanian modern (*urban farming*) berupa hidroponik. Hidroponik merupakan usaha membudidayakan tanaman dengan menggunakan air yang diberi nutrisi untuk tanaman dalam perlakuan budidaya yang berbeda dari tanaman konvensional. Teknologi hidroponik sudah banyak dikembangkan dengan berbagai sistem, salah satunya yaitu teknologi aeroponik yang dimana teknologi ini memanfaatkan sedikit air dan seefisien mungkin. Penggunaan air yang dibutuhkan bagi tanaman dengan cara pemberian air disemprotkan/dikabutkan langsung ke akar tanaman yang dibudidayakan, dalam hal ini akan menghemat penggunaan air nutrisi yang diberikan pada tanaman yang dibudidayakan.

Aeroponik berasal dari kata *aero* yang artinya udara dan *porus* yang artinya daya. Aeroponik adalah sebuah teknik bertanam dengan cara menggantung akar tanaman tersebut di udara dan tumbuh di lingkungan lembab tanpa tanah, karena akarnya digantungkan di udara, dan tidak memerlukan tanah, maka memungkinkan teknik ini untuk dilakukan hampir dimana saja (Siregar dan Rivai, 2018).

Menurut Alshrouf (2017), bahwa hidroponik adalah seni pertanian yang tanaman tumbuh tidak menggunakan tanah secara langsung agar tanaman tersebut tidak kotor. Secara umum, konsep dari hidroponik merupakan menanam tanaman dengan media tertentu dengan menggunakan aliran air. Melalui sistem aeroponik, tanaman tidak diberi media untuk tumbuh akar, melainkan diberikan terbuka dan menggantung pada suatu tempat yang telah dijaga kelembabannya.

Saat ini, banyak berkembang pesat teknologi otomatisasi dalam kehidupan manusia yang membantu mempermudah kehidupan manusia khususnya pada sektor pertanian. Banyak sekali menemukan teknologi yang menguntungkan para petani contohnya otomatisasi pompa pendorong atau pompa *booster* pada sistem irigasi yang dikendalikan dengan mikrokontroler dan dapat berjalan secara otomatis. Selain itu hal ini memberikan kemudahan untuk budidaya tanaman di bagian aeroponik itu sendiri. Banyak sekali yang menerapkan pompa otomatis dalam penyiramannya dimulai dari pengaturan waktu yang bisa dikontrol kapan pompa akan dihidupkan dan kapan pula pompa akan dimatikan.

Tugas akhir ini berfokus pada aplikasi pengembangan sistem otomatisasi pada pompa pendorong. Pompa ini akan menyala dan mati bila mendapatkan indikasi dari sensor kelembaban pada media *Rockwool* sebagai pengganti media tanah yang diproses dengan mikrokontroler. Selain itu, tekanan air dan perhitungan debit air yang dibutuhkan harus dihitung agar air dapat digunakan seefisien mungkin pada tanaman yang dibudidayakan.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dirumuskan antara lain sebagai berikut:

- a. Menerapkan sistem instalasi aeroponik sistem otomatis untuk inefisiensi produksi yaitu untuk menekan biaya produksi yang harus dikeluarkan.
- b. Perkembangan teknologi dan inovasi pada sistem budidaya aeroponik demi menunjang dan membantu kebutuhan pangan penduduk.
- c. Hambatan dan tantangan serta peluang yang didapatkan melalui budidaya aeroponik.
- d. Penggunaan teknologi otomatisasi pada sistem budidaya aeroponik yang bisa membantu pekerjaan manusia.
- e. Peluang usaha pada pengembangan teknologi budidaya aeroponik.

1.3 Batasan masalah

Batasan-batasan masalah pada penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Mendesain rancang bangun instalasi aeroponik dan mikrokontroler.
- b. Membuat rancang bangun instalasi aeroponik dan mikrokontroler.
- c. Uji kinerja alat otomatisasi pompa pendorong pada instalasi aeroponik.
- d. Analisis dan observasi kinerja alat.
- e. Penerapan instalasi aeroponik dan alat pada budidaya tanaman.
- f. Pemantuan dan analisis keberhasilan budidaya tanaman pada instalasi aeroponik.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini ialah:

- a. Mendesain rancang bangun instalasi aeroponik dengan sistem pengendali otomatis.
- b. Penggunaan alat mikrokontroler pada instalasi aeroponik untuk budidaya tanaman sayuran daun pakcoy.

1.5 Manfaat

Manfaat yang didapatkan dari pelaksanaan tugas akhir ini yaitu:

Dapat mengaplikasikan perancangan dan pembuatan instalasi aeroponik pada budidaya tanaman dan mengetahui kendala pada saat proses pembuatan dan penggunaan instalasi aeroponik. Pengukuran keberhasilan instalasi aeroponik dibutuhkan analisis budidaya tanaman pada instalasi aeroponik serta memaksimalkan potensi teknologi yang ada untuk dikembangkan. Dengan demikian dapat mengetahui proses kinerja alat selama proses budidaya tanaman berlangsung. Serta menganalisa faktor teknis dan nonteknis pada proses budidaya tanaman diinstalasi aeroponik baik masalah dan peluang selama proses pekerjaan berlangsung

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Hidroponik

Teknologi hidroponik merupakan sistem budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah tetapi menggunakan air yang berisi larutan nutrisi. (Roidah, 2014).

Macam-macam Teknik hidroponik banyak sekali ragamnya, namun 6 teknik dasar hidroponik yaitu:

2.1.1 Sistem Media Air Dalam (*Deep Flow Culture Systems*)

Hidroponik media air dalam tanaman yang tersuspensi dalam air dengan udara yang tersirkulasi. Sistem budidaya air dalam, juga dikenal sebagai sistem DWC, adalah salah satu metode hidroponik yang paling mudah dan banyak dilakukan. Sistem DWC terdiri dari pot yang menampung air larutan nutrisi dan kaya kandungan oksigen. Akar tanaman terendam dalam larutan, sehingga akses nutrisi ke tanaman berlangsung terus menerus demikian juga air, dan oksigen. Kultur air dalam ini merupakan bentuk paling murni dari hidroponik. Oleh karena sistem perakaran tanaman ditambatkan dalam air setiap saat, maka proses oksigenasi air yang baik harus terjadi untuk kelangsungan hidup tanaman. Jika tidak ada cukup oksigen yang disuplai ke akar tanaman, tanaman akan tenggelam dalam larutan yang anaerob. Untuk keperluan oksigenasi tersebut maka perlu ditambahkan batu udara yang terhubung ke pompa udara di bagian bawah penampung air. Gelembung dari batu udara juga akan membantu sirkulasi larutan nutrisi. (Subandi, *et al.*, 2020).

2.1.2 Sistem sumbu (*Wick Systems*)

Tanaman diletakkan di media tanam pada baki yang berada di atas penampung air. Penampung air ini berisi air dengan nutrisi terlarut. Sumbu mengalirkan nutrisi dari Penampung ke baki tanaman yang sedang tumbuh.

Air dan nutrisi mengalir ke sumbu dan Menjenuhkan media tumbuh di sekitar sistem akar tanaman. Sumbu ini dapat dibuat dari Bahan sesederhana seperti tali, atau kain. Sistem sumbu adalah bentuk hidroponik yang paling Sederhana. Sistem sumbu adalah hidroponik pasif – artinya mereka tidak memerlukan Komponen mekanis seperti pompa berfungsi. Ini membuatnya ideal untuk situasi di mana Listrik tidak dapat diandalkan atau tidak tersedia. Sistem sumbu bekerja dengan proses yang disebut aksi kapiler. Sumbu menyerap air Yang dibenamkan seperti spons, dan ketika bersentuhan dengan media tanam yang berpori, ia Memindahkan larutan nutrisi. Hidroponik sistem sumbu hanya berfungsi jika disertai dengan Media tanam yang mampu memfasilitasi pemindahan nutrisi dan air. Sabut kelapa (serat dari Kulit luar kelapa) memiliki retensi kelembaban yang sangat baik dan manfaat tambahan Berupa pH netral. Perlite juga memiliki pH netral dan sangat poreus, sehingga ideal untuk Sistem sumbu. Vermikulit juga sangat berpori, dan juga memiliki kapasitas pertukaran kation Yang tinggi. Ini berarti dapat menyimpan nutrisi untuk digunakan. Ketiga media yang Berkembang ini adalah yang paling cocok untuk sistem sumbu hidroponik. (Subandi, *et al.*, 2020).

2.1.3 Sistem Teknik Film Nutrisi (*Nutrient film technique systems*)

Sistem ini mempertahankan tanaman di atas aliran larutan nutrisi yang mengalir terus menerus yang membasahi ujung-ujung sistem akar tanaman. Saluran yang menahan tanaman dimiringkan, memungkinkan air mengalir sepanjang baki tumbuh sebelum mengalir ke penampung di bawah. Air di penampung selanjutnya disirkulasikan melalui batu udara. Pompa kemudian memompa air yang kaya nutrisi keluar dari reservoir. (Subandi, *et al.*, 2020).

2.1.4 Sistem pasang surut (*Ebb and flow systems*)

Sistem hidroponik ini bekerja dengan membanjiri hamparan tumbuh dengan larutan Nutrisi dari reservoir di bawahnya. Pompa di reservoir dilengkapi dengan timer. Ketika Penghitung waktu dimulai, pompa mengisi bedengan dengan air dan nutrisi. Ketika Penghitung waktu berhenti, gravitasi perlahan-lahan mengalirkan air dari bedengan dan Mengalirkannya kembali ke

penampung. Sistem ini dilengkapi dengan tabung luapan untuk Memastikan luapan air tidak melampaui tingkat tertentu dan merusak batang dan buah Tanaman. Sistem ini juga disebut sistem banjir dan kering yang merupakan salah satu metode Penanaman hidroponik yang paling populer. (Subandi, *et al.*, 2020).

2.1.5 Sistem Tetes (*Drip systems*)

Dalam sistem tetes hidroponik, reservoir yang aerasi dan kaya nutrisi memompa solusi Melalui jaringan tabung ke masing-masing tanaman. Larutan ditetaskan perlahan ke media Tumbuh di sekitar sistem akar. Sistem tetes adalah metode hidroponik yang paling populer dan Tersebar luas, terutama di kalangan petani komersial. Sistem tetes dapat berupa tanaman Individu atau operasi irigasi besar-besaran. (Subandi, *et al.*, 2020).

2.1.6 Aeroponik (*Aeroponics*)

Sistem aeroponik memelihara tanaman di udara dan mengekspos akar telanjang ke Kabut yang dipenuhi nutrisi. Sistem aeroponik adalah tempat tertutup, seperti kubus atau Menara, yang dapat menampung banyak tanaman sekaligus. Air dan nutrisi disimpan dalam Penampung, dan kemudian dipompa ke nozzle yang menyemburkan larutan dan Mendistribusikannya sebagai kabut halus. (Subandi, *et al.*, 2020).

2. 2 Aeroponik

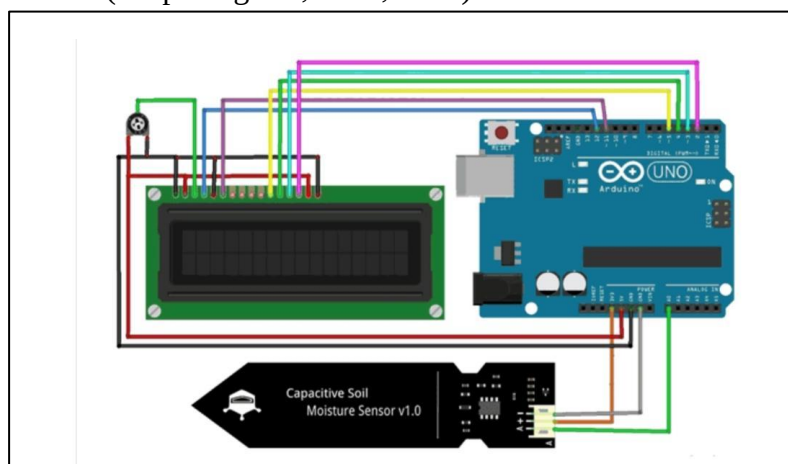
Aeroponik berasal dari kata aero yang artinya udara dan porus yang artinya daya. Aeroponik merupakan suatu cara bercocok tanam di udara tanpa menggunakan tanah, Nutrisi disemprotkan pada akar tanaman, air yang berisi larutan hara atau nutrisi disemburkan dalam Bentuk kabut hingga mengenai akar tanaman. Akar tanaman yang menggantung akan menyerap Larutan hara yang diberikan. (Subandi dan Widodo, 2016).

2.3 Teknik Irigasi pada Instalasi Aeroponik

Aeroponik dapat diartikan sebagai bercocok tanam di udara, karena akar tanaman yang dibudidayakan diposisikan menggantung di udara dan larutan nutrisi diberikan dengan cara disemprotkan atau pengabutan untuk penyemprotan biasanya digunakan pompa bertekanan tinggi agar butiran yang dihasilkan sangat halus atau dalam bentuk kabut. Penyemprotan dilakukan secara berkala dengan durasi tertentu menggunakan pengatur waktu. Larutan nutrisi yang telah disemprotkan akan masuk menuju bak penampungan untuk disemprotkan kembali. Aeroponik menggunakan peralatan *styrofoam*, pompa nozel, pipa PVC dan bak penampung. Kelebihan aeroponik ini adalah tanaman mendapat pasokan air, oksigen, dan nutrisi secara berkala dalam jumlah yang mencukupi. Kelebihan lain, penggunaan larutan nutrisi dalam aeroponik lebih hemat karena diberikan dengan cara pengabutan dan tanaman lebih mudah menyerap karena nutrisi berukuran molekul kecil. (Hendra dan Andoko, 2014)

2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah alat yang berfungsi sebagai pengontrol. Mikrokontroler dapat mempermudah kerja manusia disebabkan karena program yang diberikan pada mikrokontroler akan bekerja sesuai dengan yang diinginkan secara otomatis (Puspaningrum, *et al.*, 2020).



Gambar 1. Rangkaian mikrokontroler sensor kelembaban tanah

Sumber: <https://www.hestech.id/2020/04/cara-mengukur-kelembapan-tanah-dengan.html>

2.5 Sensor kelembaban tanah

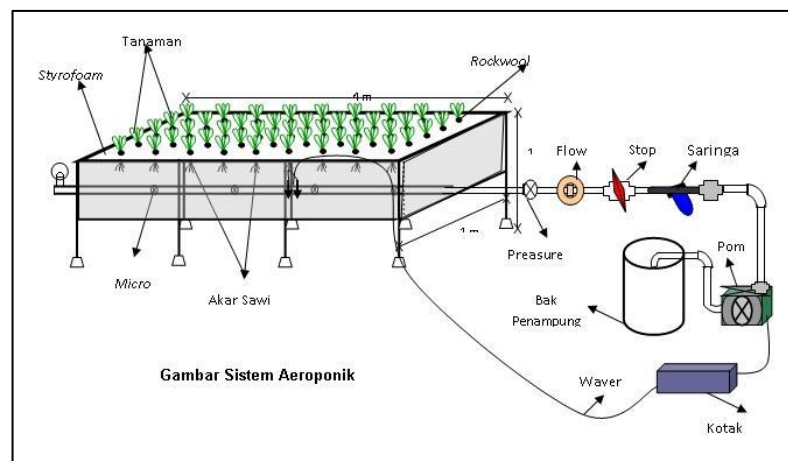
Dalam rangkaian ini sensor yang digunakan adalah sensor basah kering yang ditanamkan kedalam tanah. Sensor akan mendeteksi kadar air dalam tanah. Apabila Asupan air kurang (tanah kering) maka akan terdeteksi oleh sensor, kemudian sensor Akan mengaktifkan pompa untuk melakukan penyiraman secara otomatis. (Alam S, et al., 2019).

2.6 Rancang bangun instalasi Aeroponik

Prinsip dari aeroponik adalah sebagai berikut:

Lembaran *Styrofoam* diberi lubang-lubang tanam dengan jarak 15 cm. denagn menggunakan ganjal busa atau rockwool, anak semai sayuran ditancapkan pada lubang tanam tersebut. Akar tanaman akan menjuntai bebas kebawah. Dibawah helaian *styrofoam* terdapat *sprinkler* (pengabut) yang memancarkan kabut larutan hara ke atas hingga mengenai akar. (Nengsih S, 2019).

Pada perancangan kali ini penulis tidak membuat instalasi aeroponik tidak dari awal namun penulis memodifikasi instalasi rakit apung dengan penambahan instalasi irigasi kabut untuk menyemprotkan butir cairan nutrisi ke perakaran tanaman yang dibudidayakan, dan juga penambahan pompa booster pada instalasi aeroponik.



Gambar 2. Instalasi aeroponik

Sumber: <http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/76083/MENANAM--DENGAN--SISTEM--AEROPONIK/>

2. 7 Perhitungan aliran air dengan pendekatan Rumus fluida

2.7.1 Debit

Menurut, mitha (2020) Debit air adalah kecepatan aliran zat cair melewati jarak penampang per satuan waktu. Debit air menggunakan satuan volume per waktu atau ml/detik, liter/detik, m³/detik, liter/jam, m³/jam, dan berbagai satuan lainnya. Satuan debit sering digunakan dalam pengawasan daya tampung (kapasitas) air di sungai atau bendungan supaya air yang ada dapat dikontrol.

Rumus Debit Air:

Debit air dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan : Q = Debit

V = Volume

t = waktu

Berdasarkan rumus diatas, maka rumus volume dan waktu jika diketahui debitnya adalah

$$V = Q \times t$$

$$t = \frac{V}{Q} \dots\dots\dots(2)$$

BAB III

METODE TUGAS AKHIR

3.1 Prosedur Pelaksanaan

Pelaksanaan penelitian ini membutuhkan alat dan bahan, waktu dan tempat serta rencana langkah kerja sebagai berikut.

3.1.1 Alat dan Bahan

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 1. Instalasi Aeroponik | 8. Meteran |
| 2. Pompa pendorong | 9. Alat Tulis |
| 3. Stop kontak | 10. <i>Smartphone</i> |
| 4. Kabel | 11. Nutrisi AB Mix |
| 5. Selang | 12. Rockwool |
| 6. Nozle | 13. Bibit tanaman sayur |
| 7. Laptop | 14. TDS meter |

3.1.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Kegiatan pelaksanaan Tugas Akhir Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia dilaksanakan pada tanggal 6 Juni – 19 Juli 2022. Pelaksanaan kegiatan Tugas Akhir dilakukan di kampus Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia berlokasi di jalan sinarmas Boulevard, situ gadung kecamatan Pagedangan kabupaten Tangerang.

3.1.3 Rencana Langkah Kerja

1. Pengumpulan data baik secara literatur maupun secara lapangan.
2. Mengidentifikasi instalasi rakit apung yang akan dijadikan instalasi aeroponik pada *green house* PEPI.
3. Mengidentifikasi komponen-komponen pendukung untuk instalasi Aeroponik.
4. Melakukan pengukuran untuk mendesain instalasi aeroponik dan penambahan dan perbaikan komponen pada instalasi rakit apung.

5. Mendesain instalasi Aeroponik dan pompa otomatisasi dengan menggunakan software komputer.
6. Melakukan perhitungan biaya pada rancang bangun instalasi Aeroponik yang akan diperbaiki.
7. Membuat *lay out* rancangan bangun instalasi aeroponik.
8. Perakitan dan pabrikasi sistem irigasi pada instalasi Aeroponik dan otomatisasi pompa.
9. Mengidentifikasi sistem kerja instalasi Aeroponik.
10. Uji kinerja instalasi aeroponik dan pompa otomatisasi.
11. Proses uji kinerja instalasi aeroponik dengan melakukan proses budidaya.
12. Analisis kinerja instalasi aeroponik saat melakukan budidaya tanaman.
13. Pengamat keberhasilan instalasi aeroponik dalam budidaya tanaman.
14. Membuat laporan tugas akhir.

3.2 Rencana Materi Kegiatan

Adapun materi yang akan dilaksanakan pada pelaksanaan tugas akhir adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Materi Kegiatan

No.	Materi kegiatan	Rincian Kegiatan
1.	Pengumpulan data baik secara literatur maupun secara lapangan	- Mencari referensi melalui bahan bacaan seperti jurnal, majalah, buku, dan artikel yang dapat dipertanggung jawabkan. - Identifikasi lapangan mengenai instalasi aeroponik dan cara kerjanya.
2.	Mengidentifikasi instalasi rakit apung untuk dijadikan instalasi aerponik pada green House PEPI	- Mengidentifikasi komponen-komponen pendukung pada instalasi Aeroponik. - Melakukan pengukuran untuk mendesain instalasi rakit apung dan penambahan dan perbaikan komponen untuk instalasi Aeroponik.

3.	Mendesain instalasi Aeroponik dan pompa otomatisasi dengan menggunakan software komputer.	- Mendesain instalasi Aeroponik dan pompa otomatisasi dengan menggunakan software komputer yaitu sketchup dan arduino skech. - Melakukan perhitungan biaya pada rancang bangun instalasi Aeroponik yang akan diperbaiki. - Membuat <i>lay out</i> desain rancangan bangun instalasi aeroponik
4.	Perakitan dan pabrikan sistem irigasi pada instalasi Aeroponik dan otomatisasi pompa.	- Melakukan perbaikan instalasi rakit apung untuk dimodifikasi menjadi instalasi aeroponik. - Merakit sistem irigasi kabut untuk instalasi aeroponik - Merakit kelistrikan dan mikrokontroler pada instalasi aeroponik
5.	Uji kinerja instalasi aeroponik dan pompa otomatisasi	- Uji coba instalasi aeroponik dan pompa otomatisasi sebelum budidaya sekaligus finishing. - Proses uji kinerja instalasi aeroponik dengan melakukan proses budidaya. - Analisis kinerja instalasi aeroponik saat melakukan budidaya tanaman. - Pengamat keberhasilan instalasi aeroponik dalam budidaya tanaman.
6.	Membuat laporan Tugas Akhir	- Menyusun laporan Tugas Akhir - Perbaikan Laporan Tugas Akhir (Revisi) - Seminar Hasil Laporan Tugas Akhir

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yaitu metode penelitian deskriptif untuk memperoleh data yang diperlukan sebagai landasan dalam pelaksanaan tugas akhir maka penulis melakukan pengumpulan data dengan menggunakan 4 metode, yaitu:

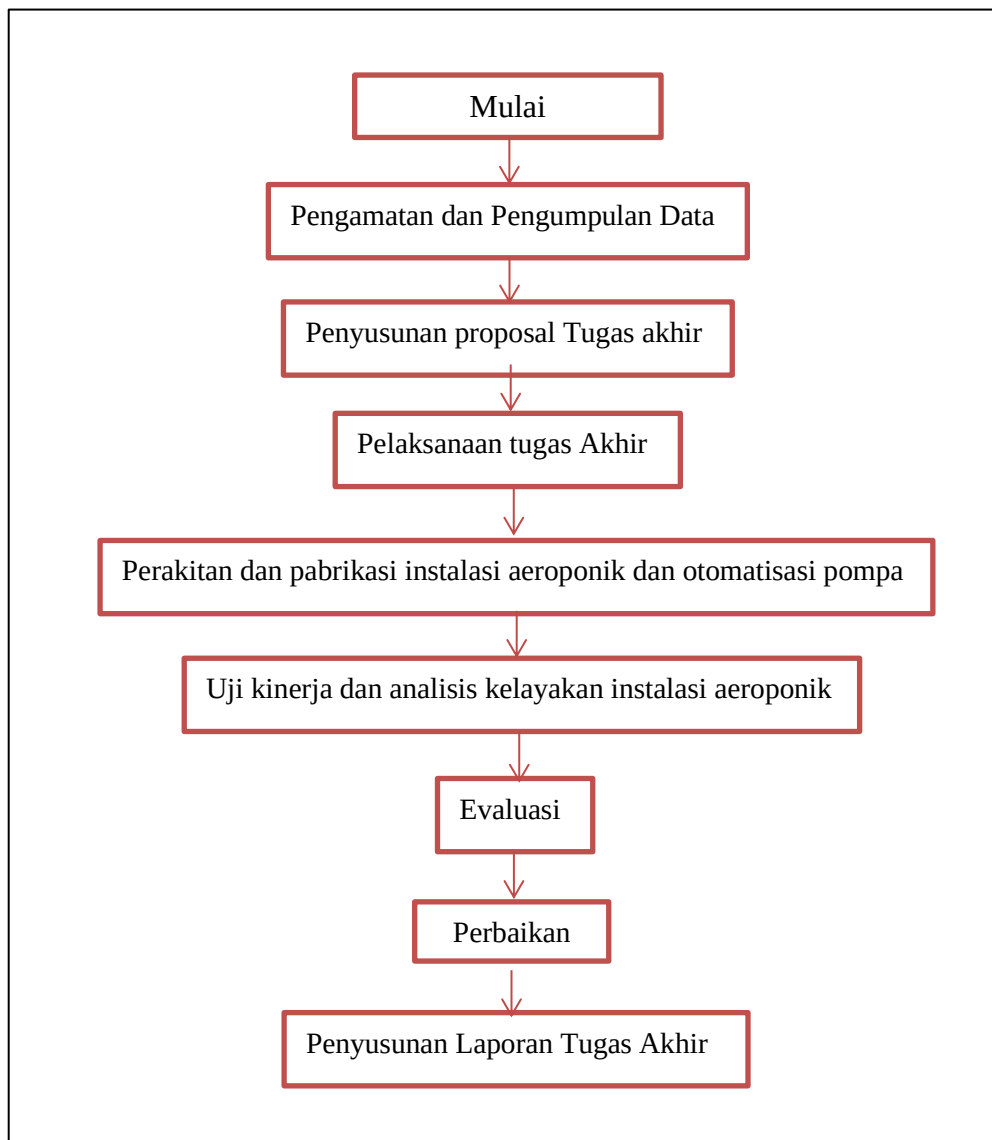
1. Identifikasi lapangan yaitu pengumpulan data yang ada dilapangan dengan cara melihat langsung data yang ada dilapangan
2. Observasi adalah suatu proses pengamatan langsung tentang apa yang terjadi dilapangan, sehingga penulis dapat memperkuat data yang ada.
3. Studi literasi yaitu memperluas pemahaman tentang instalasi aeroponik dan cara kerjanya dengan mengumpulkan data melalui jurnal, buku, majalah dan bahan bacaan yang dapat dipertanggungjawabkan.
4. Dokumentasi adalah teknik pengumpulan data dengan mengumpulkan berbagai dokumen yang ada.

3. 4 Metode Analisis Data

Untuk analisis data uji coba dilakukan dengan menghitung tekanan pada pompa pendorong dengan perbandingan pengaturan pengeluaran debit air yang berbeda dengan pendekatan melalui rumus tekanan hidrolika dan penghitungan debit air. Dengan output efektivitas tekanan air yang dikeluarkan melalui perhitungan rata-rata pengkabutan pada instalasi aeroponik agar air keluar secara efektif yaitu tidak berlebihan dan juga kebutuhan air cukup bagi tanaman.

3. 5 Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir

Dalam pelaksanaan Tugas akhir adapun Tahapan-tahapan dalam pelaksanaan tercantum dalam diagram alir dari awali mulai sampai dengan pembuatan laporan Tugas Akhir sebagai berikut ini.



Gambar 3. Diagram alir Tugas Akhir

1.6 Metode pengujian

metode pengujian dilakukan setelah instalasi aeroponik dan mikrokontroler kelembaban tanah selesai dirancang dan dibuat adapun pengujiannya berupa pengujian kekuatan intalasi aeroponik, pengujian perpipaan, sistem pengkabutan *nozzle* dan pengujian debit air yang keluar melalui *nozzle* dan persamaan kontinuitas perpipaan dengan ukuran $\frac{1}{2}$ inch dengan 1 inch. Serta pengujian budidaya keberhasilan proses budidaya tanaman pada instalasi aeroponik dengan mengefesien penggunaan air pada instalasi aeroponik.

3.7 Jadwal palang pelaksanaan Tugas Akhir

Kegiatan Tugas Akhir dilaksanakan dikampus Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia. Dilaksanakan selama 45 hari terhitung pada tanggal 6 Juni sampai dengan 19 Juli 2022.

Tabel 2. Jadwal palang pelaksanaan Tugas Akhir

[illegible]

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Aeroponik merupakan salah satu teknik sistem budidaya hidroponik dimana aeroponik ini memanfaatkan udara sebagai penunjang hidup tanaman, selain itu perlu pemberian air nutrisi secara berkala dengan cara disemprotkan/dikabutkan pada perakitan tanaman, selain itu tanaman yang dibudidayakan dengan sistem aeroponik dapat tumbuh dengan baik karena kebutuhan nutrisi dan oksigen yang berada diudara dapat diserap oleh akar secara langsung. Pada pembuatan instalasi aeroponik penulis mengobservasi terlebih dahulu kerangka Instalasi rakit apung yang akan dijadikan instalasi aeroponik, kemudian mendesain instalasi aeroponik, membuat rancang bangun instalasi aeroponik, dan membuat sistem kontrol dengan Internet of Things (IoT), selain itu dilakukan pengujian antara lain:

- Uji analisa debit instalasi Aeroponik
- Uji keseragaman semprotan air pada nozzle
- Pengujian fungsi sistem kontrol instalasi aeroponik

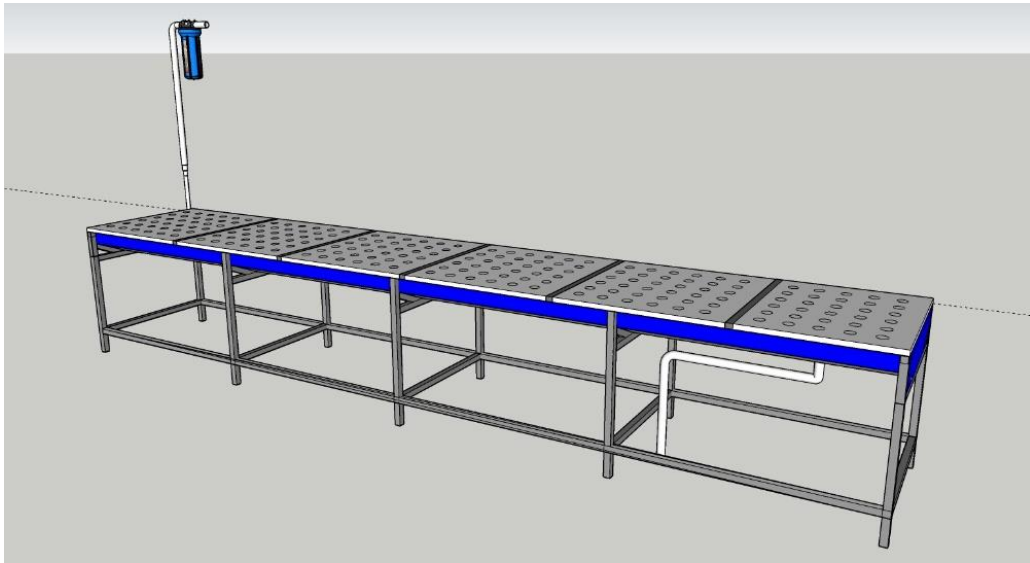
Pada pembuatan rancang bangun instalasi aeroponik, sebelum pembuatannya dilakukan pengamatan dan mendesain instalasi aeroponik dengan menggunakan *software sketchup* versi 2021. Sebagai acuan untuk pembuatan rancang bangun instalasi aeroponik dan juga penerapan desain untuk proses manufaktur, perakitan instalasi aeroponik.

Pada pembuatan desain penulis membuat instalasi aeroponiknya saja dengan ukuran keseluruhan sebagai berikut:

Tabel 3. Ukuran keseluruhan

No.	Dimensi	Ukuran (m)
1.	Panjang	6,04 Meter
2.	Lebar	1,03 Meter
3.	Tinggi	1 Meter

Berikut ini adalah gambar hasil pembuatan desain instalasi aeroponik.

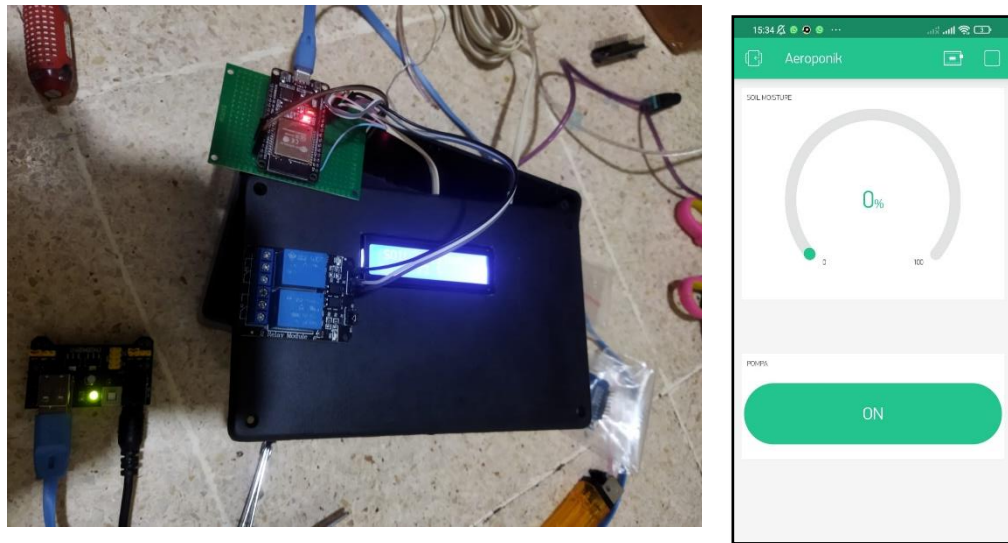


Gambar 4. Desain instalasi aeroponik

Sistem kontrol/mikrokontroler berfungsi untuk menyalakan dan mematikan pompa air pada instalasi aeroponik dengan logika sederhana yaitu sensor capacitive soil moisture membaca kelembaban pada rockwool sebagai pengganti media tanah apabila kelembaban pada rockwool kurang dari 50% maka pompa akan menyala dan apabila kelembaban rockwool lebih dari 50% maka pompa akan mati. Pada pembuatan sistem kontrol terkendali menggunakan software Arduino IDE sebagai software pemrogramannya dengan perangkat hardware node MCU yaitu berupa ESP32, sensor kelembatan tanah, LCD display 2x16, Relay, PCB, Kabel jumper, kabel telpon, panel box, adapter dan power supplay MB102. Dan blynk sebagai monitoring menggunakan Internet of Things (IoT).



Gambar 5. Tampilan display pada Mikrokontroler



Gambar 6. Mikrokontroler Aeroponik dan Tampilan pada software Blynk

Pada proses rancang bangun instalasi aeroponik penulis memodifikasi instalasi rakit apung dengan menggunakan bahan material CNP kanal C dan CNP reng atau bisa disebut juga baja ringan sebagai rangka utama pada instalasi aeroponik yang dihubungkan satu dengan yang lain menggunakan roofing berdasarkan ukuran CNP yang telah ditentukan berdasarkan acuan pada gambar desain yang telah dibuat sebelumnya. Kemudian material pendukung lainnya yaitu lembar triplek dengan ketebalan 9 mm dan juga terpal sebagai alat untuk air agar tidak bocor dan lubang tanamnya menggunakan gabus/styrofoam putih berukuran 1 meter x 1 meter dan tebal 3 cm dengan jarak lubang tanam 15cm x 15cm. dan membuat instalasi perpipaan aeroponik, pipa yang digunakan berukuran ½ inch dan 1 inch berbahan PVC yang dilengkapi dengan filter housing sebagai penyaringan air agar air menjadi bersih dan tidak menyumbat nozzle spray, nozzle spray berfungsi untuk mengkabutkan air yang akan disemprotkan pada perakaran tanaman dan dihubungkan dengan pompa air berbasis mikrokontroler dengan menggunakan pipa.



Gambar 7. Instalasi Aeroponik

Yang tidak kalah penting selain pembuatan desain, pembuatan mikrokontroler dan pembuatan rancang bangun instalasi aeroponik yaitu pengujian instalasi aeroponik secara keseluruhan, adapun pengujian yang dilakukan yaitu:

- Uji analisa debit instalasi Aeroponik

Pengujian dilakukan untuk mengetahui banyaknya air yang mengalir dan menyembrot pada nozzle dalam 1 waktu berdasarkan pendekatan perhitungan menggunakan rumus debit dengan mengacu efisiensi hemat air berdasarkan hasil pengujian dapat diketahui bahwa total debit yaitu:

$$Q_{\text{tot}} = 1,61 \times 10^{-3} \text{ M}^3/\text{S}$$

Keterangan: Q_{tot} : total debit



Gambar 8. Pengujian debit air pada nozzle

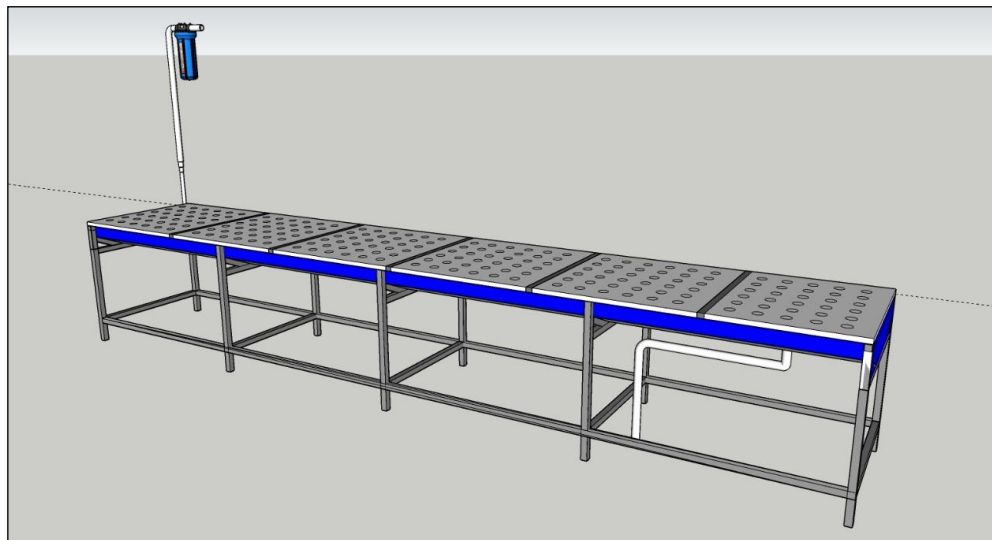
4.2 Pembahasan

4.2.1 Desain Instalasi Aeroponik

Sebelum dilakukan pembuatan rancang bangun instalasi aeroponik diperlukan pembuatan gambar desain agar bisa menjadi acuan dalam membuat baik itu untuk ukuran, pemilihan bahan material, cara perancangan pembuatan serta detail rinci instalasi aeroponik yang akan dibuat. Dalam pembuatan desain instalasi aeroponik penulis menggunakan software sketchup.

Dalam pembuatan desain sebelumnya dilakukan pengukuran instalasi rakit apung yang akan dimodifikasi menjadi instalasi aeroponik, adapun beberapa yang harus dipertimbangkan yaitu kebutuhan material baik yang sudah ada maupun material yang akan dibelanjakan.

Berikut ini adalah desain tampilan instalasi aeroponik secara isometrik.



Gambar 9. Tampak isometrik desain instalasi aeroponik

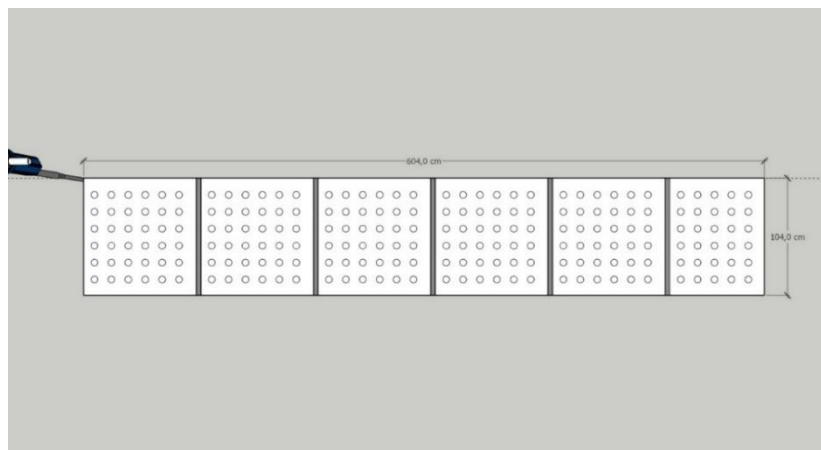
Gambar desain diatas menginformasikan bahwa gambaran dari keseluruhan agar dapat dipahami baik bentuk, ukuran, material yang digunakan serta detail secara keseluruhan dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 4. Kebutuhan material

Kebutuhan material	CNP Kanal C tebal 3 mm	: 13 batang
	CNP Reng tebal 2 mm	: 8 batang
	Triplek tebal 9 mm	: 3 lembar

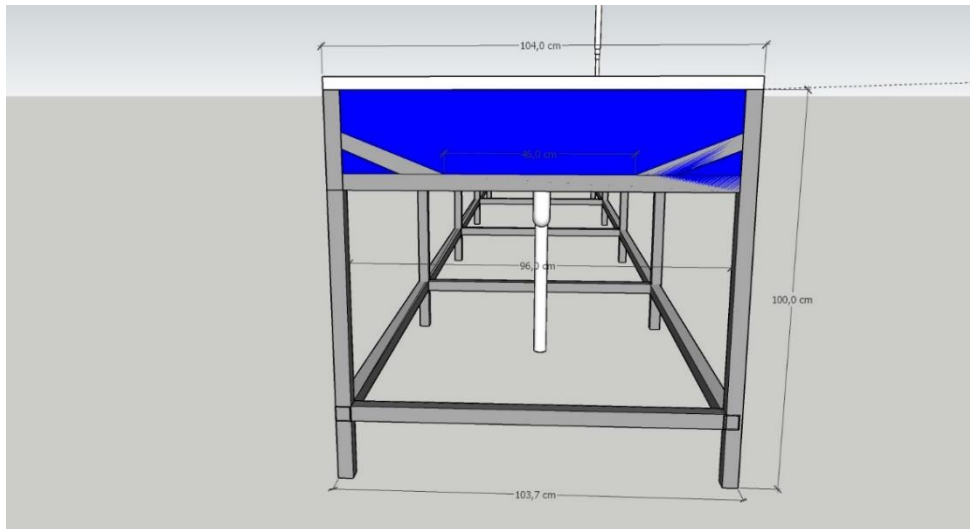
	Terpal ukuran 7 x 2 meter	: 1 lembar
	Roofing	: 1 box
	pipa PVC ½ inch	: 5 batang
	pipa PVC 1 inch	: 1 batang
	pipa PVC 2 ½ inch	: 2 batang
	Gabus/ Styrofoam	: 6 lembar
	Corong pembuangan 2 ½ inch	: 1 buah
	Filter housing+ penyaring	: 1 unit
	Fiber pagar uk. 6 x 1 meter	: 1 lembar
	Nozzle spray	: 7 buah
	Tee ½ inch	: 8 buah
	Tee 2 ½ inch	: 1 buah
	Knee ½ inch	: 9 buah
	Knee 1 inch	: 3 buah
	Knee 2 ½ inch	: 2 buah
	Lem pipa	: 1 kaleng
	Sealtip	: 5 pcs
	Reducer	: 2 buah
	Pressure guage	: 1 buah
	Double nepel ukuran ½ to ¼ inch	: 1 pcs

Adapun ukuran gambar desain Instalasi aeroponik yaitu dengan rinciannya sebagai berikut:



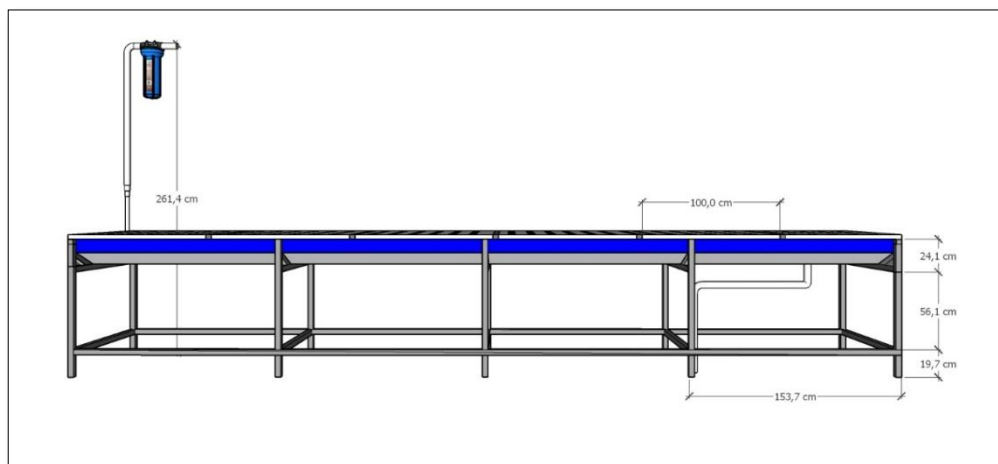
Gambar 10. ukuran keseluruhan dimensi instalasi aeroponik

Ukuran	Panjang	: 6.04 meter
	Lebar	: 1.04 meter
	Tinggi	: 1 meter



Gambar 11. Detail ukuran kerangka sisi kanan

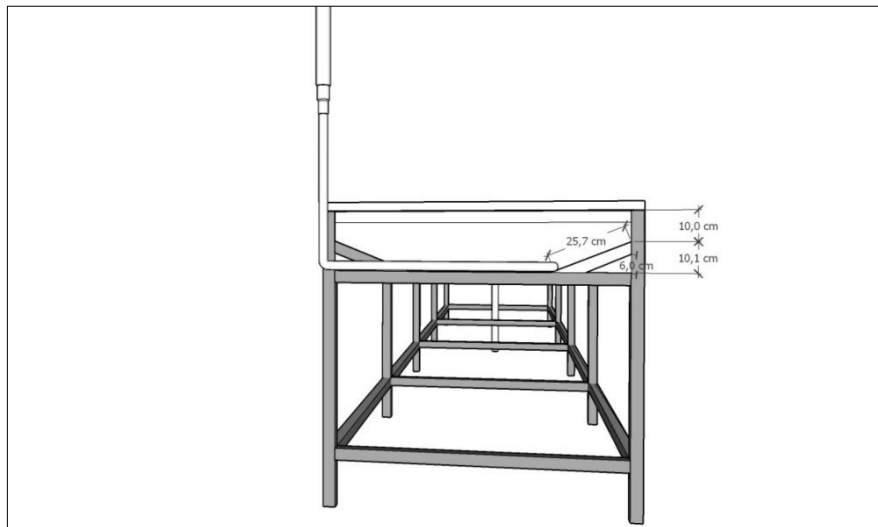
Lebar kaki	: 1,04 m
Tinggi	: 1 m
Lebar kaki bagian dalam	: 96 cm
Lebar Antar siku	: 46 cm
Lebar styrofoam	: 1,04 m



Gambar 12. Detail ukuran kerangka tampak depan

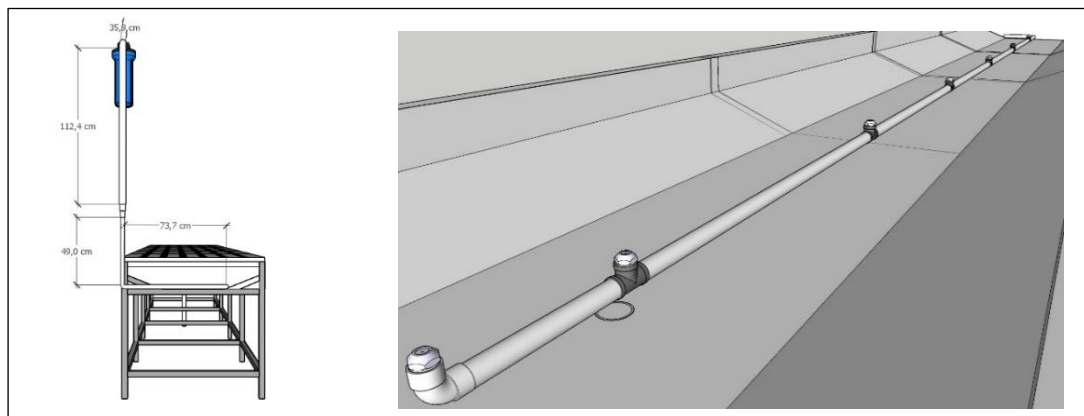
Tinggi keseluruhan	: 2,61 m
Jarak antar kaki kerangka	: 1,53 m
Lebar Styrofoam	: 1 m

Tinggi dasar kaki ke palang antar kaki	: 20 cm
Tinggi dari palang kaki ke palang tengah	: 56 cm
Tinggi kerangka bak	: 25 cm



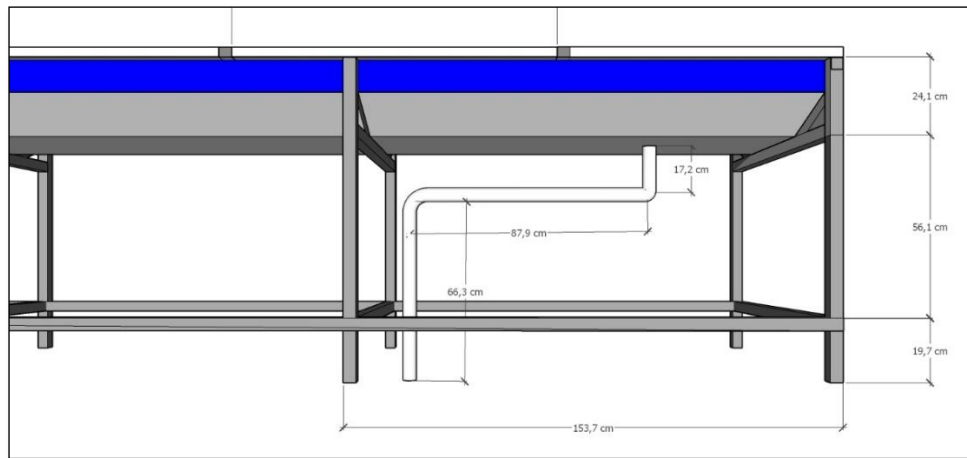
Gambar 13. Detail gambar bak

Ukuran tinggi bak	: 20 cm
Ukuran tinggi kerangka siku	: 10 cm
Ukuran tinggi dari atas siku	: 10 cm
Ukuran Panjang siku	: 26 cm



Gambar 14. Detail ukuran pipa

Panjang pipa horizontal ½ inch	: 74 cm
Panjang pipa vertikal ½ inch	: 50 cm
Panjang pipa vertikal 1 inch	: 112 cm
Jarak antar nozzle	: 1 m
Jarak dari knee ke nozzle	: 46 cm



Gambar 15. Detail ukuran pipa pembuangan

Tinggi pipa pvc 2 ½ inch dari dasar tanah	: 66 cm
Panjang horizontal pipa pvc 2 ½ inch	: 80 cm
Tinggi pipa pvc 2 ½ inch dari pangkal bak	: 17 cm

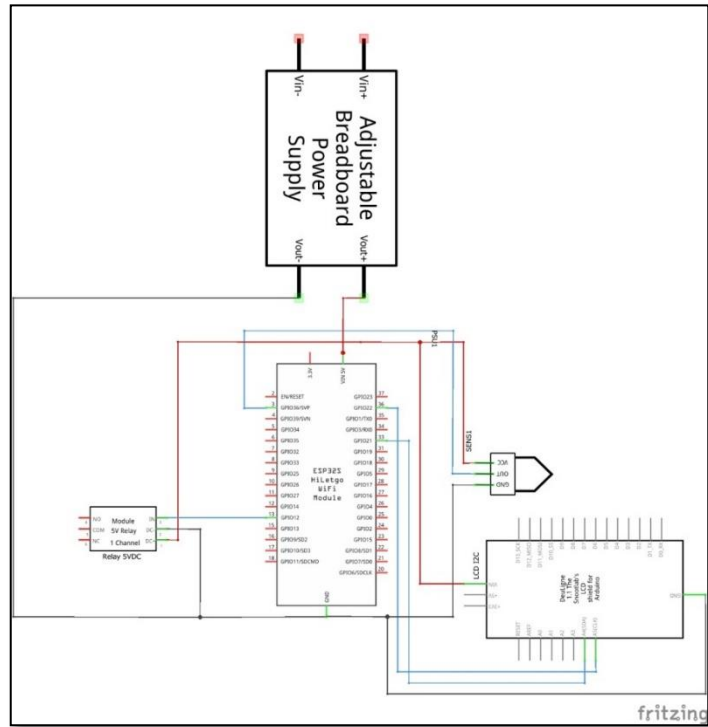
4.2.2 Mikrokontroler

Setelah melakukan desain instalasi aeroponik berikutnya yaitu perancangan pembuatan sistem kontrol IoT menggunakan node MCU berupa ESP32, pembuatan dan perancangan sistem kontrol bertujuan untuk mengontrol dan memonitoring pompa pendorong dengan menggunakan mikrokontroler sensor *capacitive soil moisture*/ sensor kelembaban tanah sebagai berikut.



Gambar 16. Mikrokontroler pompa pendorong

Pada pembuatan mikrokontroler adapun komponen yang dibutuhkan yaitu ESP32, Relay, PCB, Sensor kelembaban tanah, *LCD display* 2x16, kabel jumper, adapter, kabel micro USB, kabel telpon dengan rangkaian diagram wiring sebagai berikut.



Gambar 17. Diagram wiring

Pada sirkuit diagram wiring adapun pinout yang harus dipasang pada node MCU ESP32 ke komponen sebagai berikut:

Tabel 5. Pinout sirkuit diagram wiring

Komponen	Pinout ESP32
Adapter	Vout - : GND
	Vout + : VIN
Relay	GND: GND
	VCC: VIN
	IN1: D12
Sensor kelembaban tanah	GND : GND
	VCC : VIN
	AOUT : VP

LCD 2x16	GND: GND VCC: VIN SCL: D22 SDA: D21
----------	--

Pada proses pengerjaan mikrokontroler adapun proses perakitan dan pabrikasinya sebagai berikut.

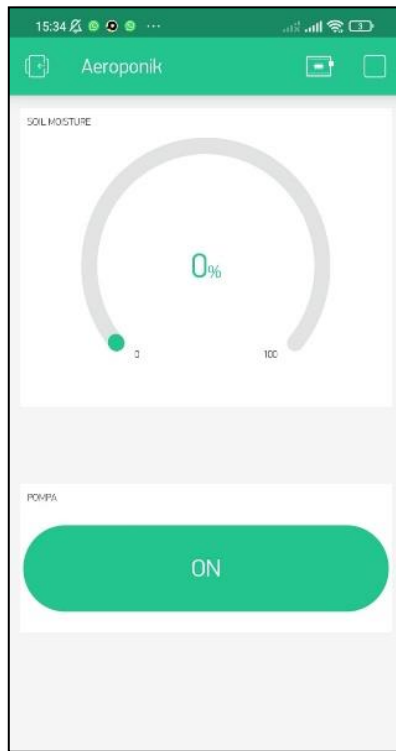


Gambar 18. Rangkaian mikrokontoler

Semua komponen diletakan pada 1 wadah yaitu kotak panel yang berukuran 18 cm x11 cm, dengan posisi layout seperti diatas, dan untuk menjalankan mikrokontroler tersebut dibutuhkan sumber listrik untuk mengoprasikan mikrokontroler, dan pompa pendorong dihubungkan pada relay dengan menghubungkan ke pin relay yaitu COM dan normally open (NO), salah satu kebel pompa di hubungan pada relay dan kabel yang lain dibiarkan terhubung dengan aliran listrik. Pada spesifikasi pompa dibutuhkan tegangan maksimal 250 volt sesuai spesifikasi relay yang dipakai.

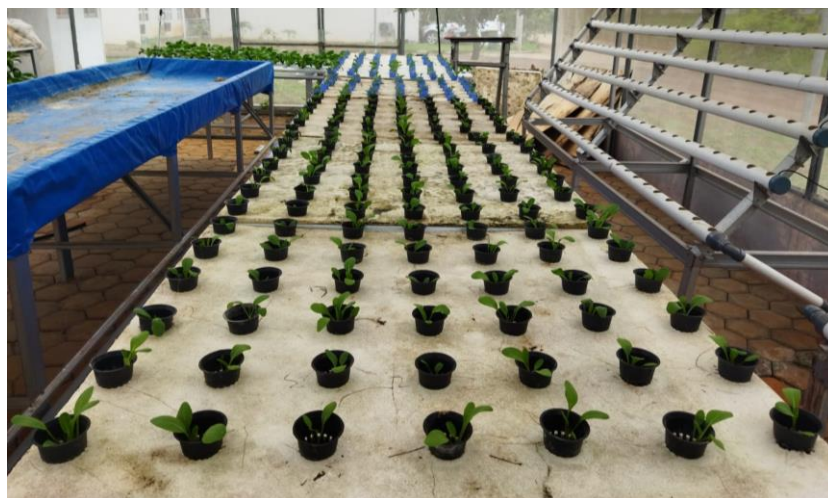
Cara kerja mikrokontroler ini yaitu apabila sensor kelembaban tanah mendeteksi kelembaban kurang dari 50% maka relay akan menyala untuk menghidupkan pompa pendorong, dan apabila kelembaban tanah lebih dari 50% maka relay akan mati dan pompa mati pula, dan adapun komponen LCD

Display 2x16 dan software blynk berfungsi untuk memonitoring nilai kelembaban pada rockwool. Pada penggunaan aplikasi blynk diperlukan token yang dikirimkan pada email kemudian token dimasukan pada pemrograman arduino IDE kemudian langkah selanjutnya yaitu memcocokkan pin berdasarkan output pada ESP 32 kedalam Aplikasi blynk serta membuat layout tampilan pada aplikasi blynk pada gambar dibawah ini.



Gambar 19. Tampilan aplikasi blynk

4.2.3 Rancang Bangun Instalasi Aeroponik



Gambar 20. Instalasi aeroponik

Dalam melakukan pembuatan rancang bangun instalasi aeroponik pengerjaanya memerlukan perkakas/*handtool* (tabel 6).

Tabel 6. perkakas

No.	Nama Alat	No.	Nama Alat
1.	Gerinda tangan	9.	ragum
2.	Bor tangan	10.	Gunting
3.	Palu	11.	Penggaris
4.	Obeng	12.	Pisau/ <i>cutter</i>
5.	Tang	13.	Kunci pipa
6.	Gunting CNP	14.	Mata bor roofing
7.	Gergaji besi	15.	Mata bor driver
8.	Meteran	16.	<i>Cutting</i> gerinda

Dan adapun material yang dibutuhkan dalam pembuatan instalasi aeroponik dan jumlahnya (tabel 7).

Tabel 7. Kebutuhan material

No.	Nama bahan	Jumlah
1.	CNP Kanal C tebal 3 mm	13 batang
2.	CNP Reng tebal 2 mm	8 batang
3.	Triplek tebal 9 mm	3 lembar
4.	Terpal ukuran 7 x 2 meter	1 lembar
5.	Roofing	1 box
6.	Pipa PVC ½ inch	5 batang
7.	Pipa PVC 1 inch	1 batang
8.	Pipa PVC 2 ½ inch	2 batang
9.	Gabus/ <i>Styrofoam</i>	6 lembar
10.	Corong pembuangan 2 ½ inch	1 buah
11.	Filter housing+ penyaring	1 unit
12.	Fiber pagar uk. 6 x 1 meter	1 lembar

13.	Nozzle spray	7 buah
14.	Tee ½ inch	8 buah
15.	Tee 2 ½ inch	1 pcs
16.	Knee ½ inch	9 buah
17.	Knee 1 inch	3 buah
18.	Knee 2 ½ inch	2 buah
19.	Lem pipa	1 kaleng
20.	Sealtip	5 pcs
21.	Reducer	2 pcs
22.	Pressure guage	1 pcs
23.	Double nepel ukuran ½ to ¼ inch	1 pcs

Langkah-langkah pengerjaan rancang bangun instalasi aeroponik:

1. Potong-potong CNP Kanal C sesuai desain dan banyaknya potongan berdasarkan ukuran yang dibutuhkan untuk pembuatan kaki-kaki meja bak aeroponik yaitu dengan rincian sebagai berikut dengan menggunakan gerinda tangan.

Tabel 8. Ukuran potongan CNP Kanal C

Bagian-bagian	Panjang potongan	Jumlah potongan
Kaki	1 m	10 Batang
Palang kaki	1,04 m	5 Batang
penyangga bak	1,04 m	5 batang
Penahan sisi bak	1,04 m	2 batang
Palang siku	25 cm	10 batang

2. Rangkai kaki bak sesuai dengan desain yang telah dibuat sebelumnya kemudian satukan dengan roofing menggunakan bor tangan dan mata bor roofing buat sebanyak 5 buah kaki meja.
3. Setelah pembuatan kaki langkah selanjutnya yaitu satukan semua kaki dengan palang CNP kanal C berukuran 6 meter. Pasang CNP kanal C dekat

dengan palang kecil kaki-kaki meja CNP Kanal C yang dibutuhkan untuk palang yaitu 4 batang CNP kanal C utuh dengan masing- masing sisi kaki sebanyak 2 batang.

4. Setelah bentuk rangka terpasang selanjutnya pasang reng CNP pada dasar bak sebagai tulangan kerangka agar bak kokoh, reng dipasang sebanyak 4 batang reng utuh.
5. Selanjutnya pada bagian atas tulangan bak dipasang triplek sebagai alas sebelum terpal dengan ketebalan triplek 8 mm, dengan ukuran potongan tripek lebar 50 cm dan panjang 2, 40 meter buat sebanyak 4 lembar kemudian pasang pada tulangan bak lalu potong triplek yang tersisa.
6. Selanjutnya yaitu Alaskan fiber pagar sebagai lapisan kedua agar nantinya pada saat pemasangan terpal tidak robek akibat benda tajam pada kerangka dan triplek yang dapat mengakibatkan kebocoran pada terpal
7. Lalu pasang terpal berukuran 6x2 meter dan lakukan perapihan agar bak terlihat rapih kemudian kencangkan dengan roofing pada bagian luar bak.
8. Setelah kerangka bak sudah jadi selanjutnya yaitu pemasangan perpipaian dan nozzle spray sesuai desain yang telah ditentukan serta banyaknya yang dibutuhkan yaitu:

Tabel 9. Ukuran potongan Pipa

Pipa	Ukuran	Jumlah
Pipa ½ inch (pipa nozzle)	1 meter	5 Batang
Pipa ½ inch (Ujung nozzle)	40 cm	1 Batang
Pipa ½ inch (penyambung 1)	30 cm	1 batang
Pipa ½ inch (penyambung 2)	74 cm	1 batang
Pipa ½ inch (penyambung 3)	50 cm	1 batang
Pipa ½ inch (penyambung 4)	20 cm	1 batang

9. Pipa selanjutnya dirangkai berdasarkan gambar disain dengan menggunakan knee ½ inch dan direkatkan dengan lem pipa agar kokoh
10. Kemudian untuk pipa bagian nozzle dihubungkan dengan Tee ½ inch rekatkan dengan lem pipa kemudian bagian Tee yang menghadap keatas dipasang nozzle spray.

11. Setelah pemasangan pipa pada bagian nozzle selesai, selanjutnya yaitu hubungkan pipa ½ inch dan 1 inch dengan menggunakan reducer/ vlok shok, dan rangkai pipa 1 inch dengan filter air filter yang digunakan yaitu filter housing dengan penyaring karbon ukuran 5 micron. Dan hubungkan pipa pada instalasi sumber air yang sebelumnya sudah terpasang.
12. Lalu pasang perpipaan 2 ½ inch untuk bagian pembuangan air pada bak, pipa pembuangan dilengkapi corong pipa pada pangkal bak buat pipa pembuangan sesuai dengan gambar desain yang telah dibuat.
13. Pengerjaan rancang bangun instalasi aeroponik telah selesai dilakukan.
14. Tahap akhir yaitu finishing pada rancang bangun aeroponik.

Adapun pompa air yang digunakan dalam rancang bangun instalasi aeroponik yaitu berjenis pompa sentrifugal dengan spesifikasi pada (tabel 10)

Tabel 10. Spesifikasi pompa pendorong

Merek	Shimizu model : PS-135 E
Tegangan	1x220 Volt
Frekuensi	50Hz
Arus Listrik	1.3 Ampere
n/Capacitor	2900 menit ⁻¹ /8μF 450 Volt
Kelas IP	IPX4
Ukuran Pipa Hisap dan Pipa Dorong	25mm (1 inch)
Daya dorong maksimal	30 meter
Daya dorong	5 - 20 meter
Daya hisap	9 meter
Kapasitas debit (liter/menit)	10 -28 liter/ menit

Pompa model PS-135 E ini memiliki *Thermal Protector* yang berfungsi untuk mematikan arus listrik ketika motor overheat. Total Head Maximal 30 meter, disaat Head 5 meter debit air yang dihasilkan 28 liter per-menit, dan pada saat head 20 meter debit air yang dihasilkan 10 liter per-menit.



Gambar 21. Spesifikasi pompa pendorong

4.2.4 Pengujian Instalasi Aeroponik

a. Uji analisa debit instalasi Aeroponik

Pada pengujian debit air metode yang digunakan yaitu menghitung debit air dengan menghitung volume (liter) air selama 1 menit pada setiap *nozzle* yang berjumlah 7 buah, perhitungan debit menggunakan ember untuk menampung air kemudian air didalam ember dihitung dengan menggunakan gelas ukur plastik dengan volume gelas 200 ml/ 2 ℓ dari hasil perhitungan dikonversikan kedalam volume meter kubik/detik (m^3/s). dan dihitung dengan pendekatan rumus debit. Dapat diketahui data debit sebagai berikut pada (tabel 11).

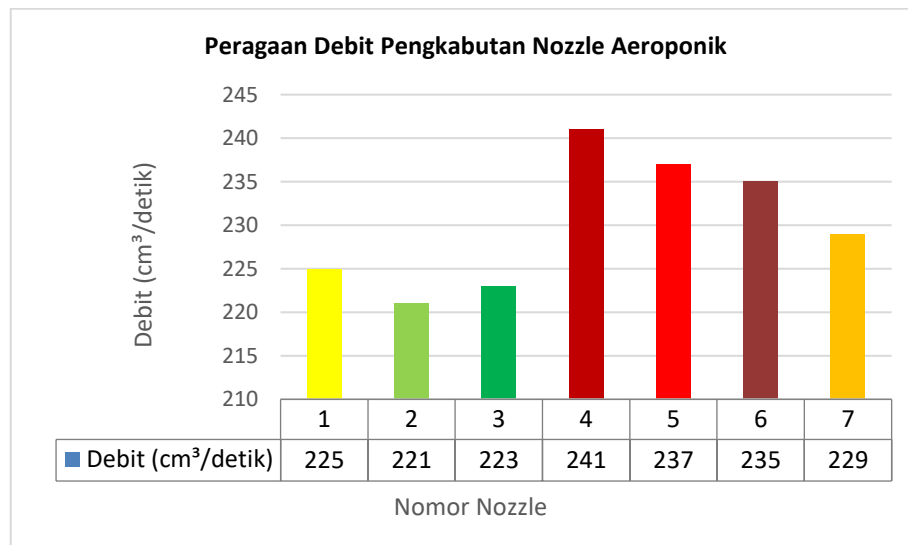
Tabel 11. data debit.

Nozzle	Debit (liter/menit)	Debit (m^3/menit)	Debit (m^3/detik)	Debit (cm^3/detik)	Debit (m^3/s)
1	13,5	0,0135	0,000225	225	$2,25 \times 10^{-4}$
2	13,3	0,0133	0,000221	221	$2,22 \times 10^{-4}$
3	13,4	0,0134	0,000223	223	$2,22 \times 10^{-4}$
4	14,5	0,0145	0,000241	241	$2,41 \times 10^{-4}$
5	14,25	0,01425	0,000237	237	$2,37 \times 10^{-4}$
6	14,1	0,0141	0,000235	235	$2,35 \times 10^{-4}$
7	13,75	0,01375	0,000229	229	$2,29 \times 10^{-4}$
Q_{tot} :					$1,61 \times 10^{-3}$ m^3/s

$$Q_{\text{tot}} = \sum Q_n \dots\dots\dots(3)$$

keterangan: Q_{tot} : Total debit
 $\sum Q_n$: jumlah debit air

Dan berikut grafik sebagai hasil perhitungan debit setiap nozzle pada instalasi aeroponik dengan data debit (cm³/detik) pada setiap nozzlenya.



Gambar 22. Diagram batang debit/nozzle

Keterangan: X: Nilai debit
Y: Nozzle ke

Dapat disimpulkann bahwa debit yang keluar dari nozzle yang paling banyak debit yang keluar adalah pada nozzle nomor 4 sementara debit yang sedikit keluarnya yaitu nozzle nomor 2.

Rata-rata debit dapat diketahui sebagai berikut:

$$\Delta Q: \frac{Q_{\text{tot}}}{Q_n}$$

$$\Delta Q: \frac{0,00161}{7}$$

$$\Delta Q : 0,00023$$

$$\Delta Q: 2,3 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan: ΔQ : Rata-rata debit
 Q_{tot} : Total debit
 Q_n : jumlah titik debit

b. Uji keseragaman semprotan air pada nozzle

Nozzle pada instalasi aeroponik berfungsi untuk mengkabutkan/menyemprotkan air ke perakaran tanaman maka perlu dilakukan pengujian keseragaman semprotan air agar nozzle berfungsi dengan baik dan dapat diketahui untuk nozzle agar berfungsi dengan baik maka tekanan yang diperlukan minimal yaitu 1 bar/ 14.500 psi hal ini dapat dilihat dengan *pressure guage* dengan sebaran nozzle 360° dan mengenai seluruh area perakaran tanaman pada seluruh lubang tanam. Selain itu diperlukan filter air agar tidak terjadi penyumbatan pada nozzlenya. Dan perhitungan keseragaman semprotan pada nozzle dapat diketahui dengan menggunakan rumus koefisien keseragaman (CU) air yang disemprotkan.

Tabel 12. Data koefisien keseragaman (CU)

Debit dan keseragaman distribusi nozzle		
Nozzle	Debit Xi (liter)	$ Xi - \bar{X} $
1	13,5	0,32
2	13,3	0,52
3	13,4	0,42
4	14,5	0,68
5	14,25	0,43
6	14,1	0,28
7	13,75	0,07
Σ	96,8	2,72
$\bar{X}$	13,82857143	
$\frac{\Sigma Xi - \bar{X} }{\Sigma Xi}$	0,028099174	
$1 - \frac{\Sigma Xi - \bar{X} }{\Sigma Xi}$	0,971900826	
CU%	97%	

c. Pengujian fungsi sistem kontrol instalasi aeroponik

Pada pengujian sistem kontrol ini yaitu untuk mengetahui fungsi pompa yang di hubungkan pada mikrokontroler dengan memanfaatkan sensor kelembaban tanah dengan media pengganti tanah yaitu rockwool sebagai indikator pompa menyala atau mati pada pengujiannya mikrokontroler yang dihubungkan dengan pompa berjalan dengan baik indikasi kelembaban tanah apabila kurang dari 50% maka pompa akan nyala dan jika indikasi nilai kelembaban tanah pada rockwool lebih dari 50% maka pompa akan mati, selain itu mikrokontroler dapat dimonitoring nilai kelembaban tanahnya dengan IoT yaitu dengan memakai aplikasi blynk.

Kelebihan:

1. Budidaya secara aeroponik lebih efektif karena air yang dibutuhkan tidaklah banyak dan air dapat disemprotkan secara berkala.
2. Akar tanaman yang dibudidayakan secara aeroponik lebih bersih dan juga tanaman dapat tumbuh dengan baik.
3. Proses budidaya lebih dengan baik dibanding dengan proses budidaya lainnya.
4. Tidak mengenal musim karena kebutuhan haranya tercukupi oleh air nutrisi.
5. Lebih cepat panen dan juga lebih bersih.

Kekurangan:

1. Bahan material instalasi lebih banyak dan mahal.
2. Boros terhadap air nutrisi karena air langsung diserap oleh akar dan sedikit yang kembali ke bak penampungan air.
3. Boros terhadap listrik karena daya yang dibutuhkan sangat banyak.
4. Pompa yang diterapkan pada instalasi aeroponik memiliki spesifikasi tertentu.
5. Penyumbatan pada nozzle dan juga perpipaan dengan demikian harus dilakukan secara berkala untuk perpipaan dan nozzle

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Aeroponik adalah cara sistem budidaya hidroponik yang memanfaatkan udara sebagai kelangsungan hidup tanaman namun perlu juga air secara berkala yang disemprotkan pada tanaman yang dibudidayakan agar tanaman dapat hidup dengan baik. Dalam perencanaan pembuatan aeroponik diperlukan desain terlebih dahulu agar dalam proses pembuatan rancang bangun desain dapat menjadi acuan dalam melaksanakan pembuatan rancang bangun. Rancang bangun aeroponik dibuat berdasarkan desain yang telah dibuat dengan ukuran keseluruhan yaitu Panjang 6 meter, lebar 1,04 meter dan tinggi 1 meter dan juga dengan detail-detail perancangan pada instalasi aeroponik.
2. Pada saat proses pengujian debit data diperoleh yaitu $Q_{tot} = 1,61 \times 10^{-3} \text{ M}^3/\text{S}$ sebagai debit total. penggunaan instalasi aeroponik pompa pendorong aeroponik dapat dikendalikan secara otomatis melalui sistem kontrol dengan sensor utama yaitu sensor kelembaban pada rockwool yang dihubungkan dengan mikrokontroler dan dapat difungsikan untuk budidaya tanaman sayuran daun.

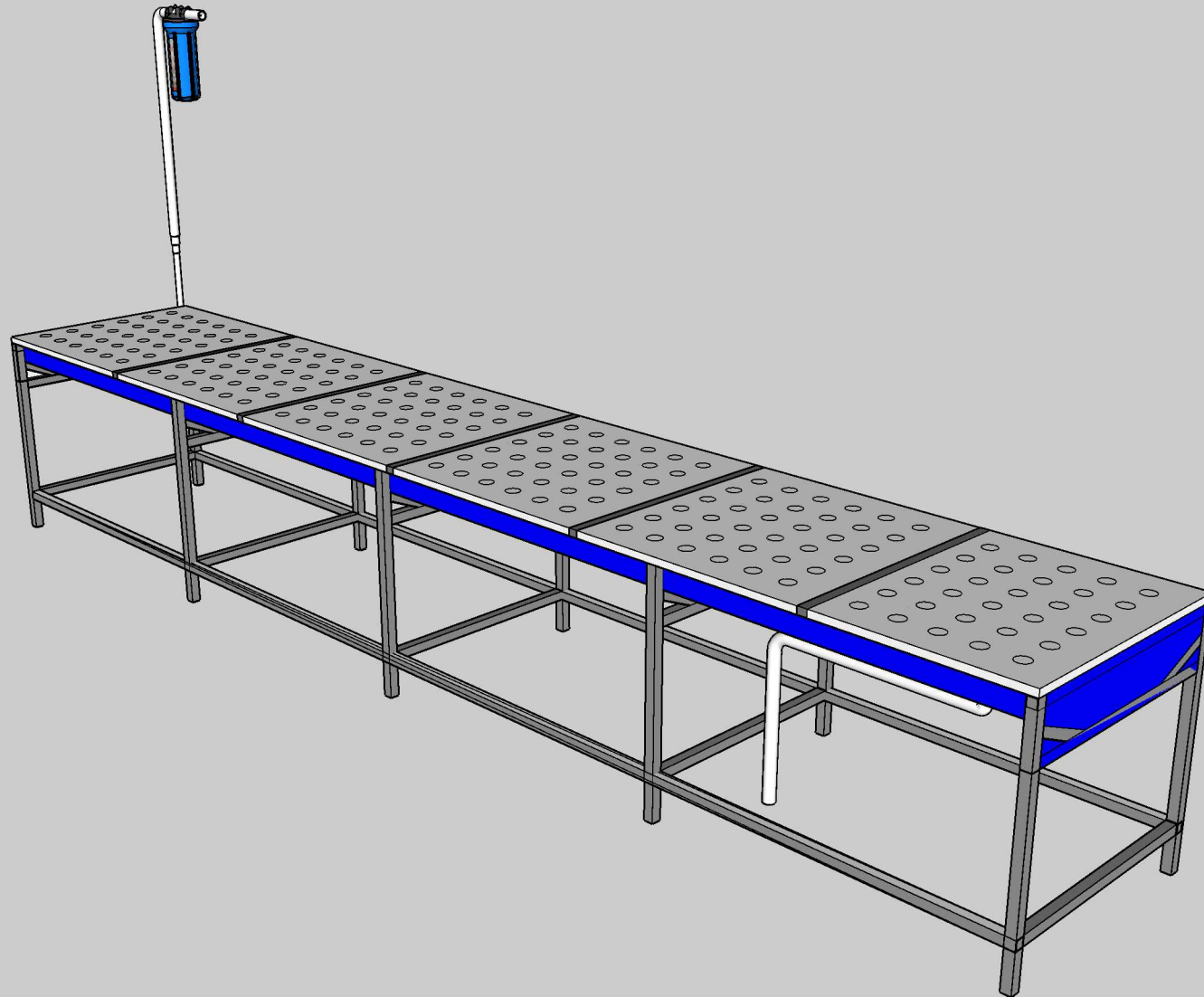
5.2 Saran

Pada proses pelaksanaan Tugas akhir yaitu rancang bangun dan pengujian instalasi aeroponik masih terdapat banyak sekali kekurangan dan juga ketidak sempurnaan baik dalam waktu pengerjaan, sarana dan prasarana untuk menunjang pelaksanaan tugas akhir dan juga waktu pengujian instalasi aeroponik yang kurang dalam waktu pengobservasi kinerja instalasi aeroponik pada saat pengujian oleh karena itu dibutuhkan pengujian kedepannya agar lebih sempurna. Agar lebih baik lagi dalam pelaksanaan tugas akhir ini oleh karena itu dibutuhkan saran yang membangun agar bisa disempurnakan kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, S., Tony, H., dan Darmawan, I. G. A., 2019. Rancang bangun sistem penyiraman otomatis untuk tanaman berbasis arduino dan kelembaban tanah. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 4(1), 44-57.
- Alshrouf, 2017. “Hydroponics, aeroponic and aquaponic as compared with conventional farming,” *Jurnal American scientific research journal for engineering, technology, and sciences* vol. 27, no. 1, hal. 247–255.
- Hendra, H.A. dan Andoko, A., 2014. Bertanam sayuran hidroponik ala paktani hydrofarm. Edisi cetakan ke 2. PT. AgroMedia Pustaka, Jakarta
- Mitha, 2022. Debit air: Pengertian, rumus, konversi, contoh soal dan pembahasannya. Artikel internet, di Akses pada tanggal 23 mei 2022 pada laman: <https://gurubelajarku.com/debit-air/>
- Nengsih S, 2019. Menanam dengan sisitem aeroponik. Artikel internet pada laman: <http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/76083/MENANAM--DENGAN--SISTEM--AEROPONIK/> di unduh pada tanggal 23 mei 2022
- Puspaningrum, A. S., Firdaus, F., Ahmad, I., dan Anggono, H., 2020. Perancangan Alat Deteksi Kebocoran Gas Pada Perangkat Mobile Android Dengan Sensor Mq-2. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 1(1), 1-10
- Roidah S.I. 2014. Pemanfaatan lahan dengan menggunakan sistem hidroponik. *Jurnal universitas tulungagung*. Vol.1 no. 2 hal. 43 – 50.
- Siregar S. dan Rivai, M., 2018., monitoring dan kontrol sistem penyemprotan air untuk budidaya aeroponik menggunakan nodemcu esp8266. *jurnal Tek. Its*, vol. 7, no. 2, hal 7.
- Subandi, A. dan Widodo M., 2016. Rancang bangun sistem aeroponik Secara otomatis berbasis mikrokontroler. *Jurnal* 2085-4218S.
- Subandi, M., Birnadi, S., Ginandjar, S., dan Frasetya, B., 2020. Identifikasi arah pengembangan riset dan tinjauan sistem teknik budidaya hidroponik di Indonesia.

LAMPIRAN



INSTALASI AEROPONIK

KETERANGAN GAMBAR :

ISOMETRIK BERWARNA

KETERANGAN

DIRANCANG	RIDHO
DIBUAT	RIDHO
A4	
SKALA	:
SATUAN	: cm
TANGGAL DIBUAT	23 JULI 2022

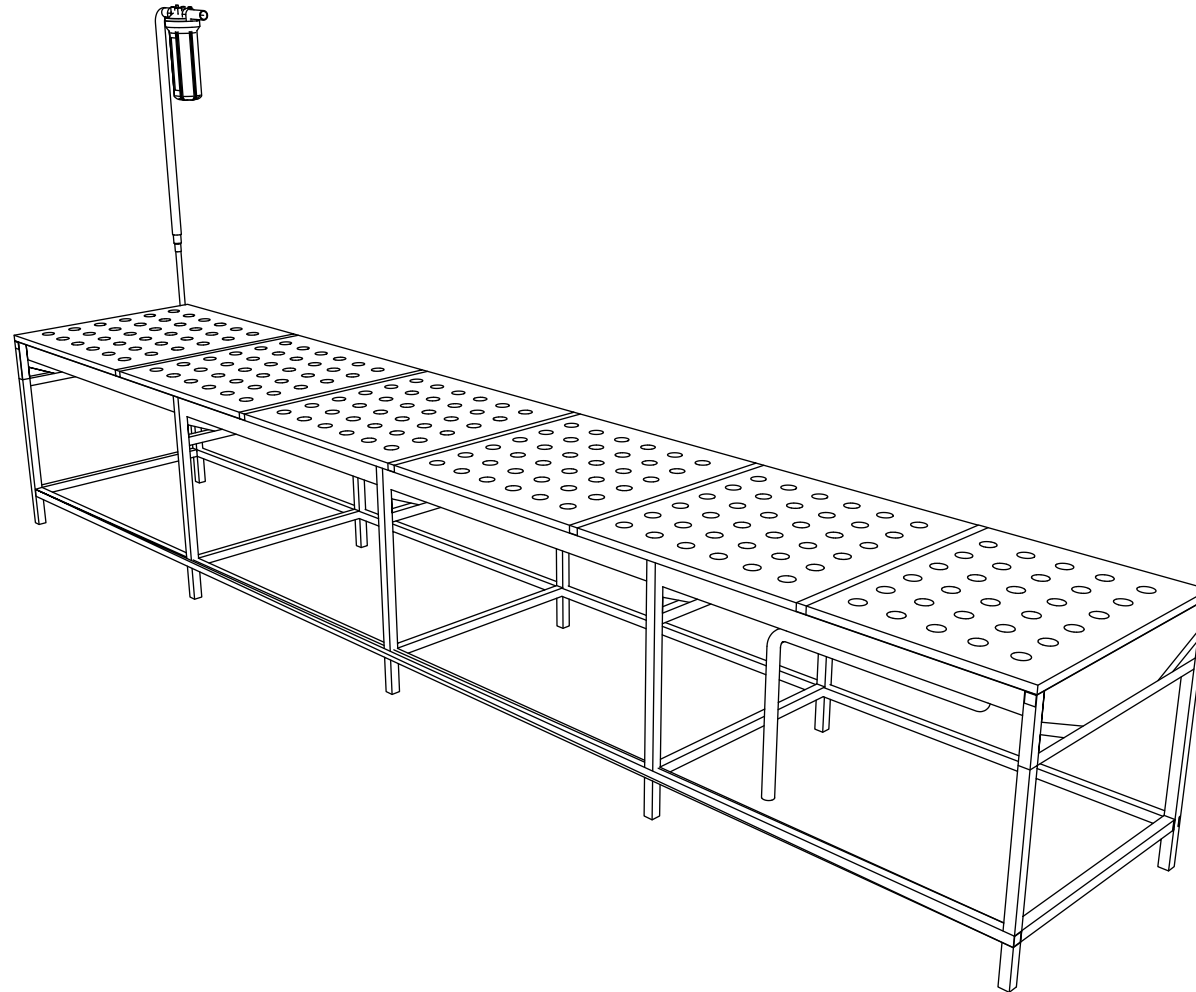


POLITEKNIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA
BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA
MANUSIA PERTANIAN
KEMETERIAN PERTANIAN



01

PAGE
1/10



INSTALASI AEROPONIK

KETERANGAN GAMBAR :

ISOMETRIK

KETERANGAN

DIRANCANG	RIDHO
DIBUAT	RIDHO
A4	
SKALA	:
SATUAN	: cm
TANGGAL DIBUAT	23 JULI 2022

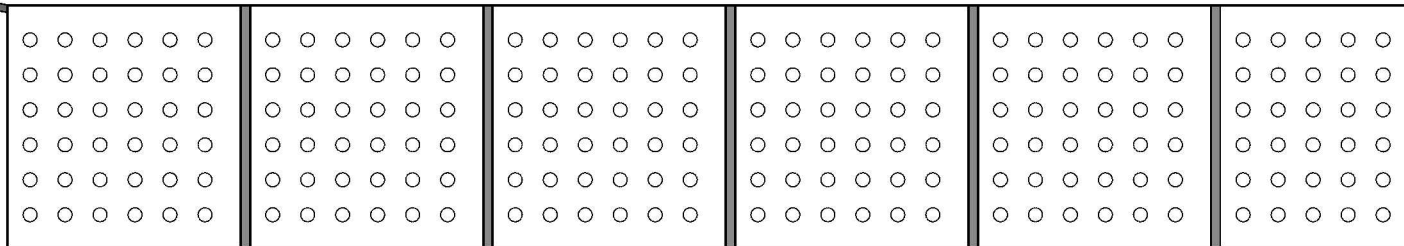
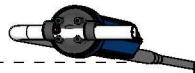


POLITEKNIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA
 BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA
 MANUSIA PERTANIAN
 KEMETERIAN PERTANIAN



02

PAGE
2/10



INSTALASI AEROPONIK

KETERANGAN GAMBAR :

TAMPAK ATAS

KETERANGAN

DIRANCANG	RIDHO
DIBUAT	RIDHO
A4	
SKALA	:
SATUAN	: cm
TANGGAL DIBUAT	23 JULI 2022

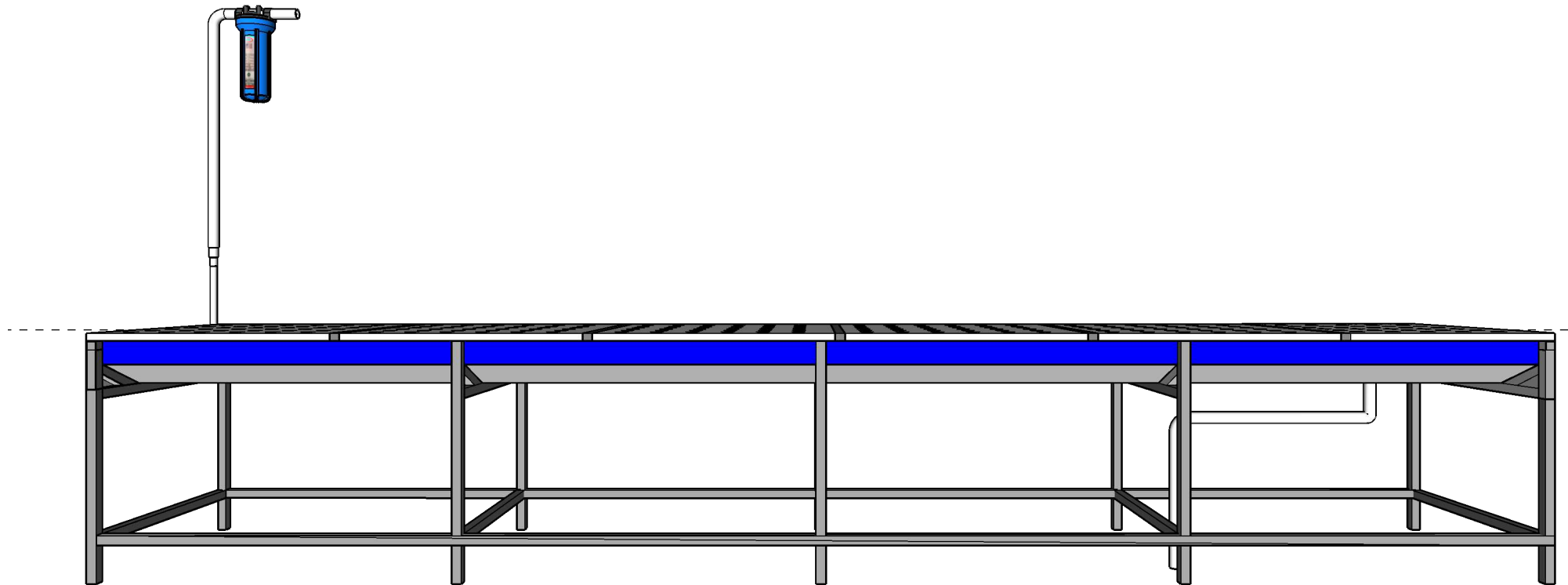


POLITEKNIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA
BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA
MANUSIA PERTANIAN
KEMETERIAN PERTANIAN



03

PAGE
3/10



POLITEKNIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA
 BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA
 MANUSIA PERTANIAN
 KEMETERIAN PERTANIAN



INSTALASI AEROPONIK

KETERANGAN GAMBAR :

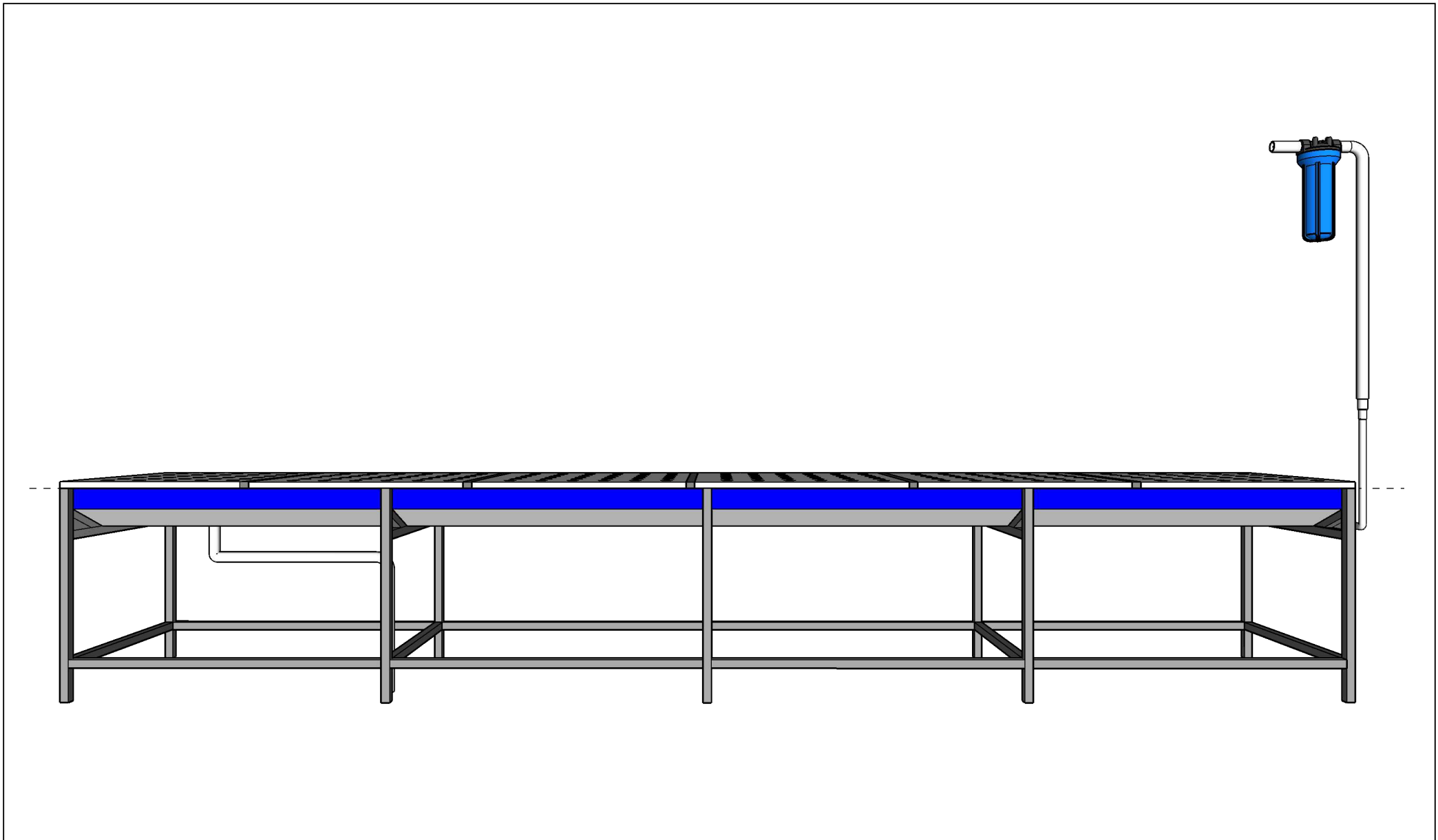
TAMPAK DEPAN

KETERANGAN

DIRANCANG	RIDHO
DIBUAT	RIDHO
A4	
SKALA	:
SATUAN	: cm
TANGGAL DIBUAT	23 JULI 2022

04

PAGE
4/10



POLITEKNIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA
 BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA
 MANUSIA PERTANIAN
 KEMETERIAN PERTANIAN



INSTALASI AEROPONIK

KETERANGAN GAMBAR :

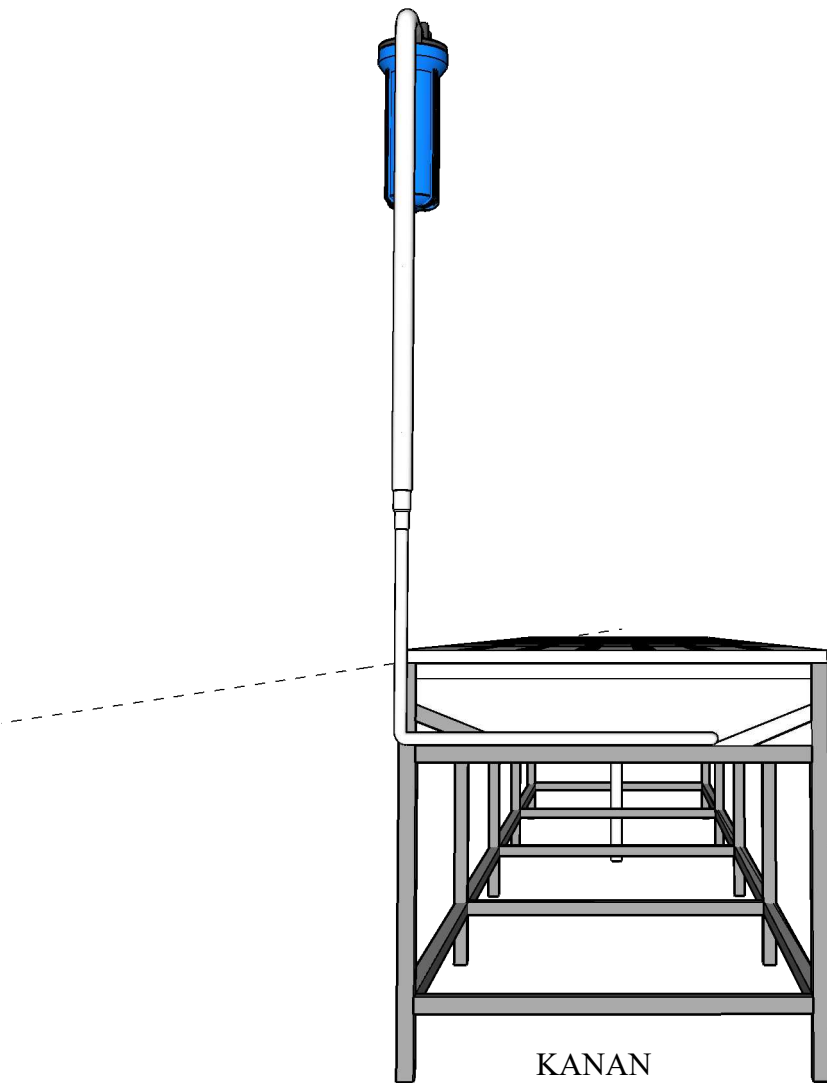
TAMPAK BELAKANG

KETERANGAN

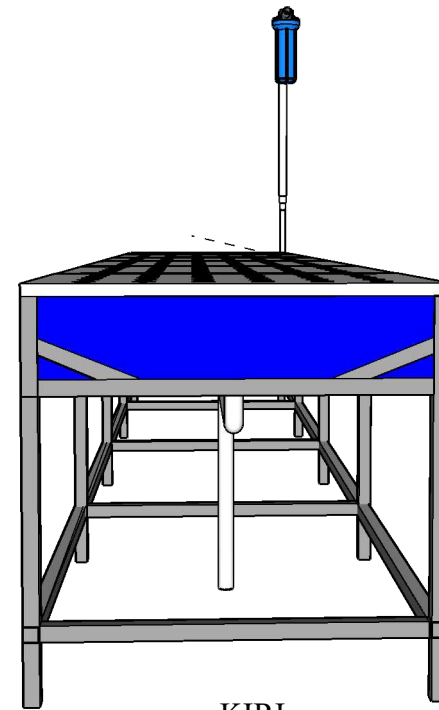
DIRANCANG	RIDHO
DIBUAT	RIDHO
A4	
SKALA	:
SATUAN	: cm
TANGGAL DIBUAT	23 JULI 2022

05

PAGE
5/10



KANAN



KIRI

INSTALASI AEROPONIK

KETERANGAN GAMBAR :

TAMPAK KANAN & KIRI

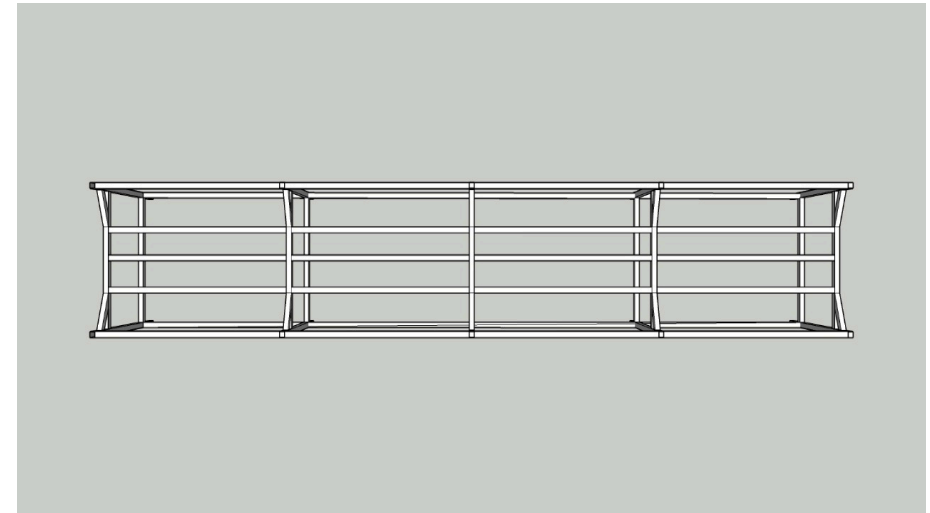
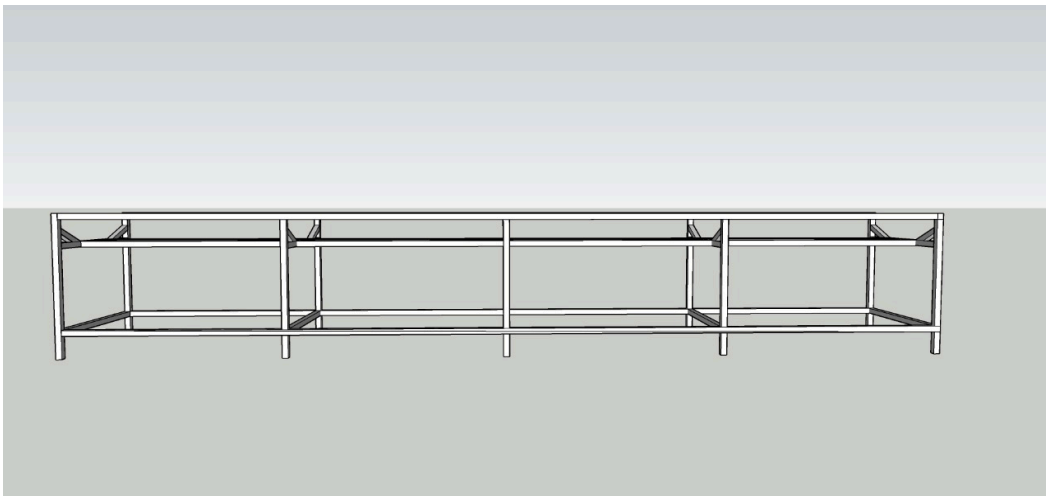
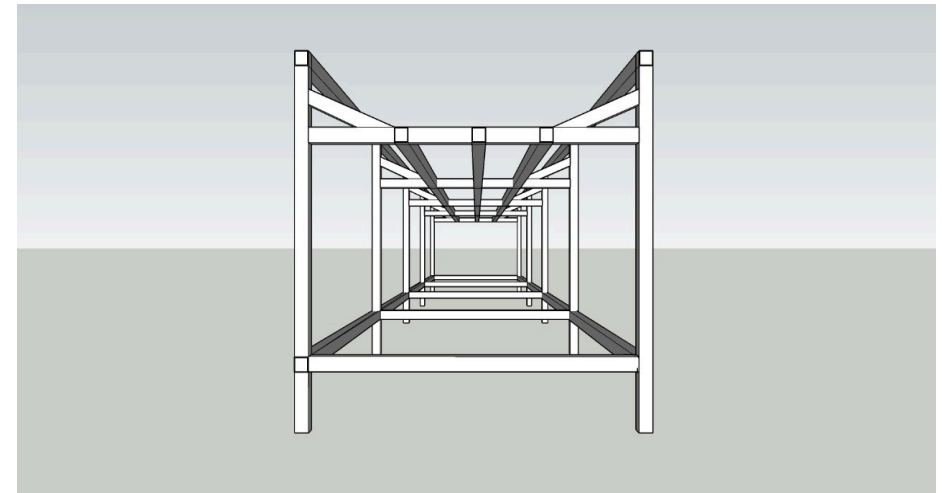
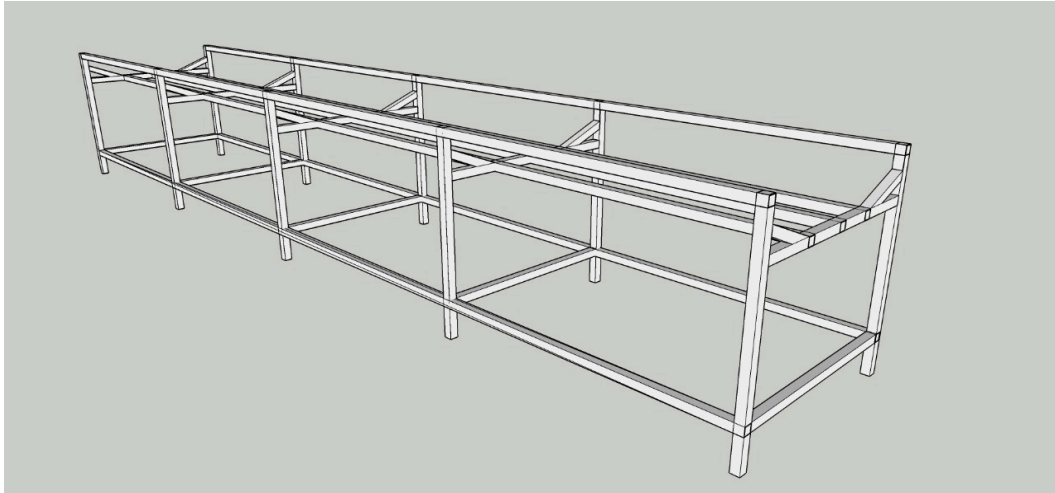
KETERANGAN

DIRANCANG	RIDHO
DIBUAT	RIDHO
A4	
SKALA	:
SATUAN	: cm
TANGGAL DIBUAT	23 JULI 2022



POLITEKNIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA
BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA
MANUSIA PERTANIAN
KEMETERIAN PERTANIAN





INSTALASI AEROPONIK

KETERANGAN GAMBAR :

KERANGKA CNP

KETERANGAN

DIRANCANG	RIDHO
DIBUAT	RIDHO
A4	
SKALA	:
SATUAN	: cm
TANGGAL DIBUAT	23 JULI 2022

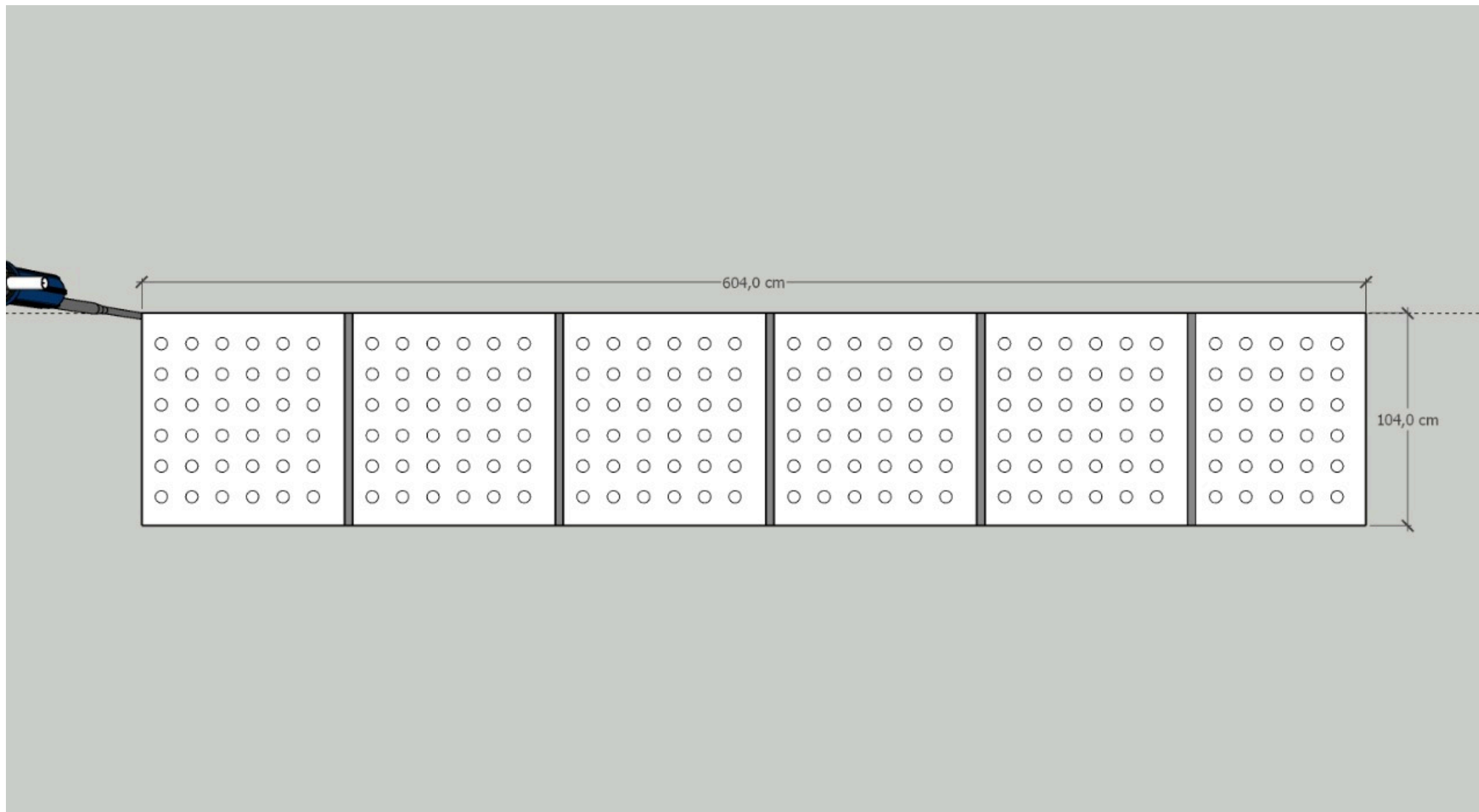


POLITEKNIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA
 BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA
 MANUSIA PERTANIAN
 KEMETERIAN PERTANIAN



07

PAGE
7/10



INSTALASI AEROPONIK

KETERANGAN GAMBAR :

UKURAN INSTALASI AEROPONIK KESELURUHAN

KETERANGAN

DIRANCANG	RIDHO
DIBUAT	RIDHO
A4	
SKALA	:
SATUAN	: cm
TANGGAL DIBUAT	23 JULI 2022

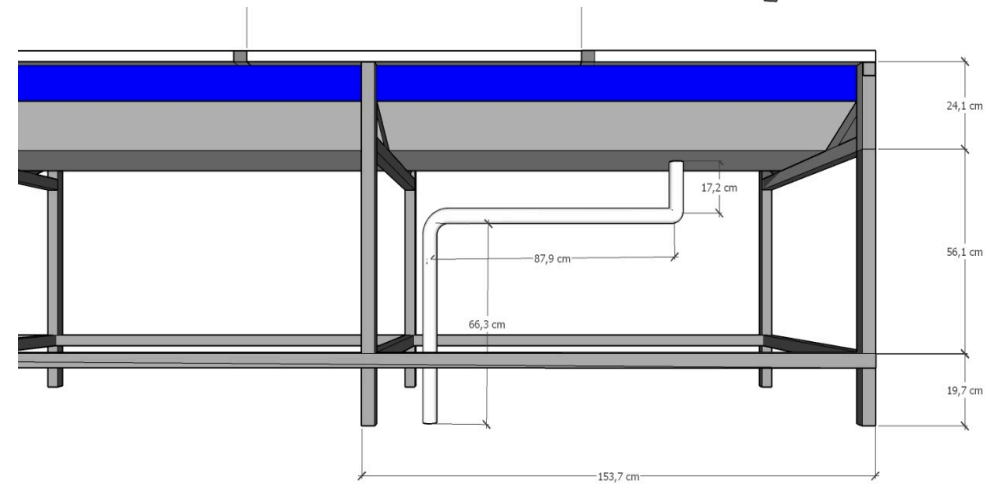
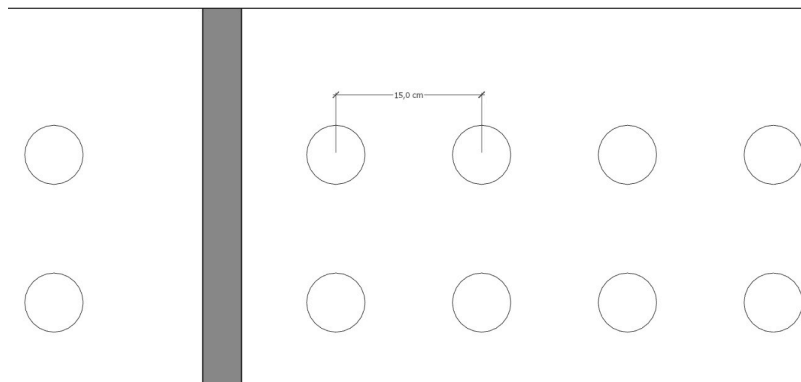
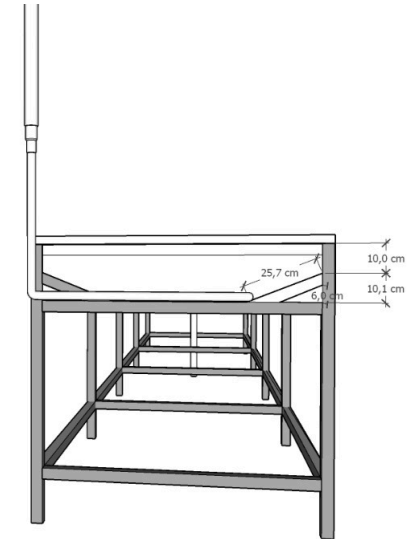
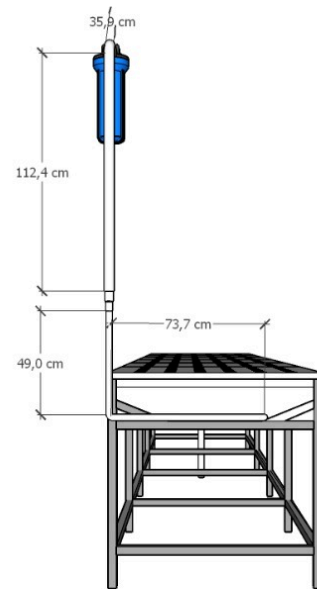


POLITEKNIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA
BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA
MANUSIA PERTANIAN
KEMETERIAN PERTANIAN



08

**PAGE
8/10**



INSTALASI AEROPONIK

KETERANGAN GAMBAR :

UKURAN DETAIL INSTALASI AEROPONIK

KETERANGAN

DIRANCANG	RIDHO
DIBUAT	RIDHO
A4	SKALA : SATUAN : cm
TANGGAL DIBUAT	23 JULI 2022

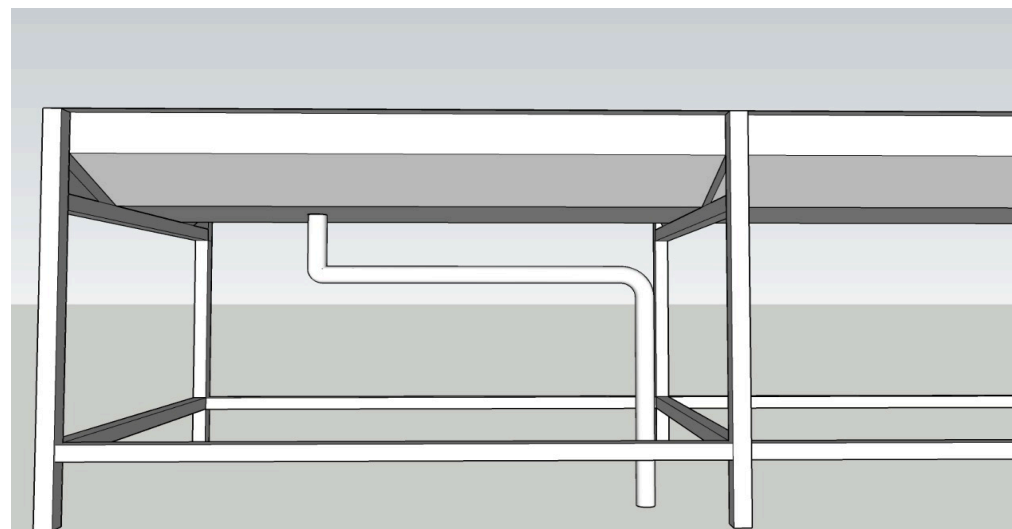
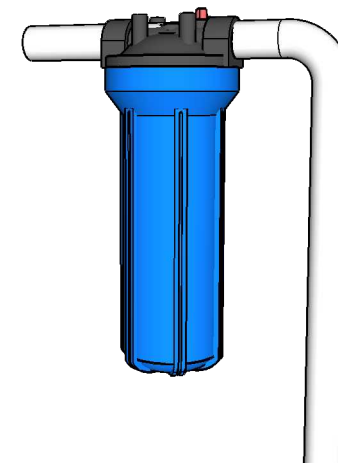
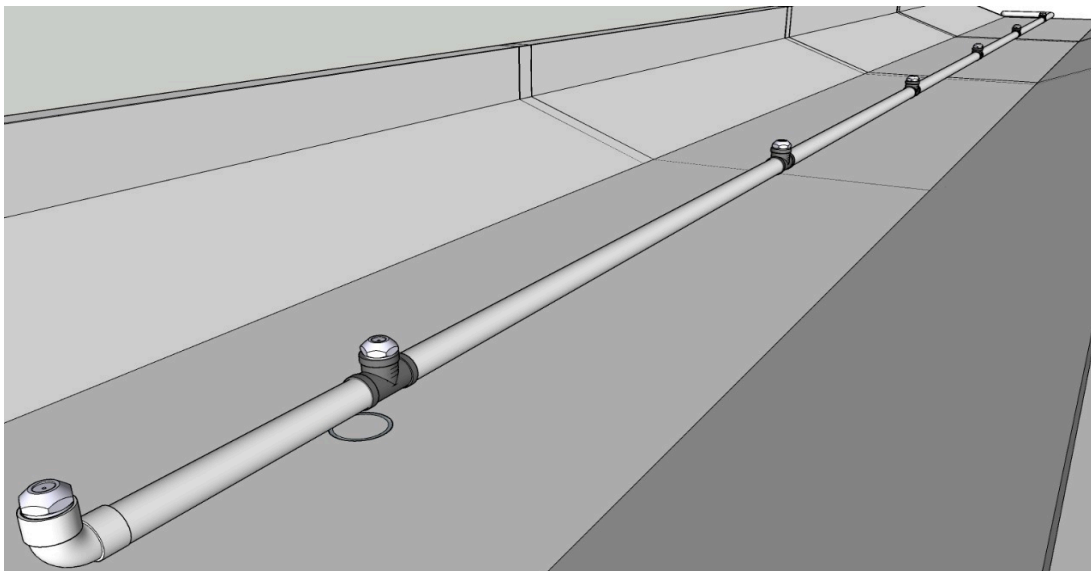


POLITEKNIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA
BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA
MANUSIA PERTANIAN
KEMETERIAN PERTANIAN



09

PAGE
9/10



INSTALASI AEROPONIK

KETERANGAN GAMBAR :

PERPIPAAN, NOZZLE DAN FILTER AIR

KETERANGAN

DIRANCANG	RIDHO
DIBUAT	RIDHO
A4	
SKALA	:
SATUAN	: cm
TANGGAL DIBUAT	23 JULI 2022



POLITEKNIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA
BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA
MANUSIA PERTANIAN
KEMETERIAN PERTANIAN



10

**PAGE
10/10**