

Sistem Pengendalian Tanaman Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*) Selada (*Lactuca Sativa*) Berbasis Iot Dan Pemanfaatan Sumber Energi Surya Sebagai Energi Cadangan (Studi Kasus Proyek P2L Di Desa Cilembu)

Lilik Hari Santoso¹, Achmad Anwari², Risma Nurjanah³

¹²³Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Texmaco, Indonesia
Email: lilik.hs@yahoo.com, arsawimax@gmail.com, rismanurjanah812@gmail.com

Received 17 Februari 2024 | *Revised* 07 Maret 2024 | *Accepted* 16 Maret 2024

ABSTRAK

Teknik menanam tanaman hidroponik menggunakan air yang sudah memiliki unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Keberhasilan hidroponik bergantung pada perawatan yang diterapkan pada tanaman ini harus sesuai dan efektif. Pertama dan terpenting, sirkulasi air nutrisi yang memadai, tepat waktu dan pH sesuai. Namun demikian, sebagai pemilik tanaman, ada berbagai kegiatan selama proses perawatan yang tidak selalu berada di bawah kendali, metode yang baik digunakan hidroponik yaitu NFT (*nutrient film technique*) namun, metode NFT mensyaratkan aliran air tetap terjaga agar air nutrisi dapat tersalurkan ke akar tanaman. Artinya pompa harus bekerja secara konstan untuk menjaga kelancaran sirkulasi nutrisi di dalam air. Tapi jika PLN yang jadi sumber energi kita mati pasokan energinya, pompa tidak bisa menyalurkan nutrisi. Sehingga diperlukan solusi, sebagai solusi yang disajikan dalam penelitian ini menggunakan Internet of Things (IoT), memanfaatkan NodeMCU esp32 yang berfungsi sebagai pemroses utama dan dapat mengirimkan data dari sensor ke pengguna, sehingga pemilik dapat memantau dan mengontrol kondisi tanaman hidroponik dari jarak jauh sekalipun, termasuk membuat energy cadangan dari energi matahari sebagai solusi apabila pasokan energy dari PLN mati.

Kata Kunci : Nodemcu Esp32 ,solar cell ,Hidroponik,NFT.

ABSTRACT

The technique of growing hydroponic plants uses water that already has the nutrients the plants need. The success of hydroponics depends on the care applied to these plants being appropriate and effective. First and foremost, adequate nutrient water circulation, on time and with appropriate pH. However, as a plant owner, there are various activities during the care process which are not always under your control. A good method to use is hydroponics, namely NFT (nutrient film technique). However, the NFT method requires the water flow to be maintained so that the nutrient water can be channeled to the plant roots. This means that the pump must work constantly to maintain the smooth circulation of nutrients in the water. But if PLN, which is our energy source, loses its energy supply, the pump cannot distribute nutrients. So a solution is needed. The solution presented in this research uses the Internet of Things (IoT), utilizing NodeMCU esp32 which functions as the main processor and can send data from sensors to users, so that owners can monitor and control the condition of hydroponic plants even remotely. including creating backup energy from solar energy as a solution if the energy supply from PLN goes dead.

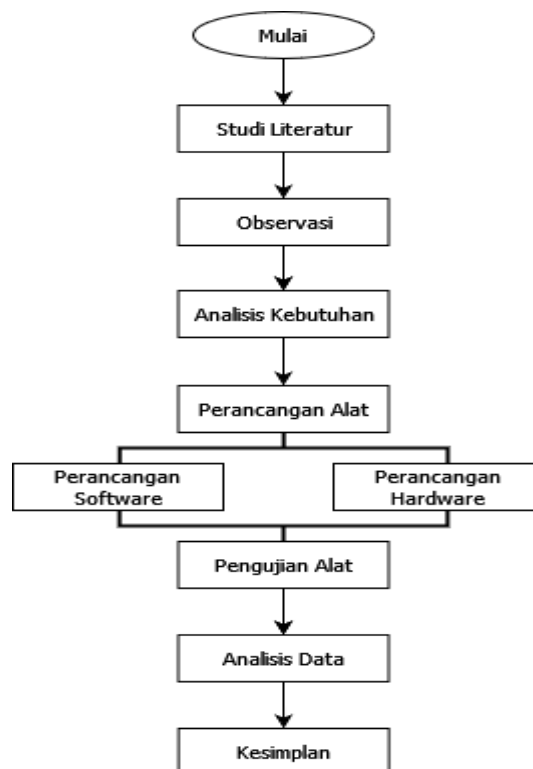
Keywords: *Nodemcu Esp32, solar cell, hydroponics, NFT.*

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia khususnya di kota-kota lahan pertanian mengalami penyusutan. Untuk mengatasi masalah ini, yaitu dengan pengembangan sistem hidroponik, pemeliharaan tanaman hidroponik masih dilakukan dengan manual. Mengaduk nutrisi ab-mix di tangki pencampur dengan tangan sebagai bagian dari prosedur pencampuran manual. Kemudian tumbuh lumut akibat pengendapan unsur hara yang terjadi pada tangki pencampur unsur hara, sistem hidroponik memerlukan perawatan yang lebih ketat dibandingkan menanam di tanah sehingga harus terus menerus terpantau tapi masyarakat mempunyai kesibukan lain, Solusi untuk mengatasi masalah tersebut dengan mengembangkan sistem kontrol otomatis berbasis *Internet of Things* (iot) yang akan membantu dalam memonitoring dan mengatur, ph, dan nutrisi dalam tandon nutrisi secara otomatis bahkan dari jarak jauh. Sistem NFT (*Nutrient Film Technique*) kini menjadi teknik hidroponik yang paling banyak digunakan. Pompa air diperlukan terus mengalir pada sistem hidroponik NFT untuk memberikan nutrisi pada akar tanaman. Bayangkan saja apa jadinya jika kita lupa menyalakan pompa, atau listrik padam maka tanaman akan layu, untuk mengatasi permasalahan tersebut dibuat sumber energy cadangan dari solar cell.

2. METODE

Metode studi literatur digunakan dalam penelitian ini untuk mengumpulkan data berupa analisis terhadap hipotesis yang mendasari penelitian. Selanjutnya observasi memperhatikan gejala apa saja yang timbul pada objek penelitian dan catat. Tahap perancangan sistem analisis kebutuhan sistem, tahap berikutnya proses desain sistem perangkat keras dan lunak berdasarkan hasil analisis kebutuhan sistem, langkah terakhir adalah pengujian sistem.



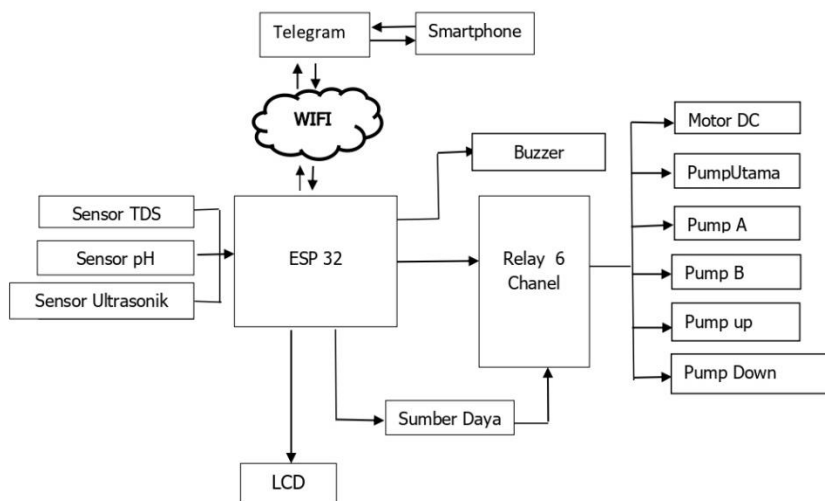
Gambar 1 Flowchart Metode Penelitian

Sistem Pengendalian Tanaman Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*) Selada (*Lactuca Sativa*) Berbasis Iot Dan Pemanfaatan Sumber Energi Surya Sebagai Energi Cadangan (Studi Kasus Proyek P2L Di Desa Cilembu)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

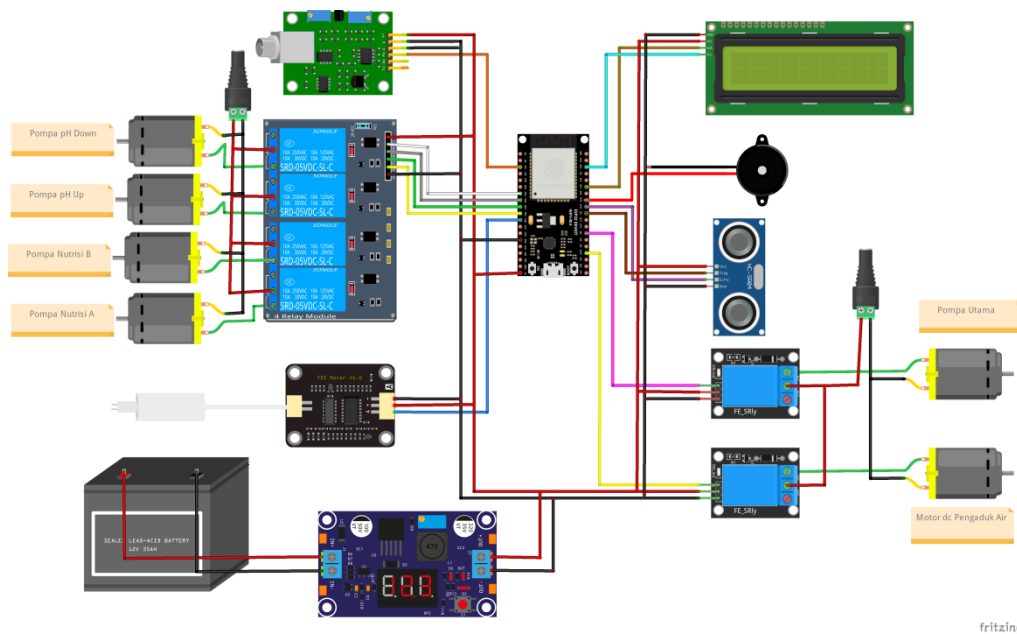
3.1 Block Diagram

Pembuatan sistem pengendalian tanaman hidroponik NFT (*nutrient film technique*) selada (*lactuca sativa*) berbasis iot dan pemanfaatan sumber energi surya sebagai energi cadangan, yang pertama dengan membuat rangkaian *block diagram* sebagai gambaran dasar tentang sistem yang akan dirancang. Adapun rangkaian *block diagram* sebagai berikut.

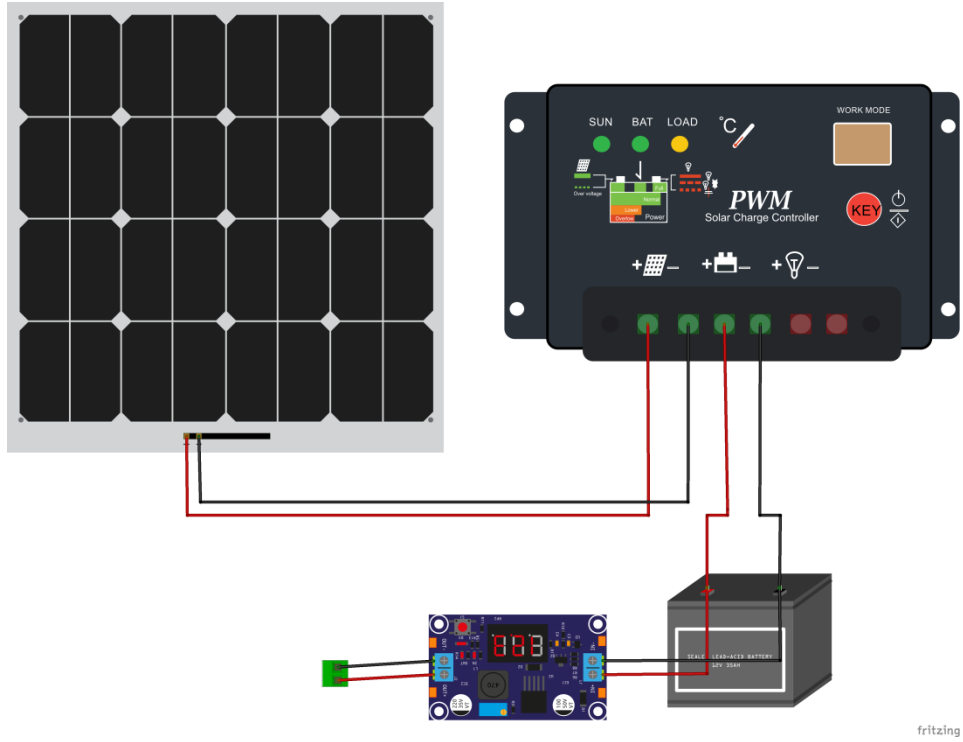


Gambar 2 Blok Diagram

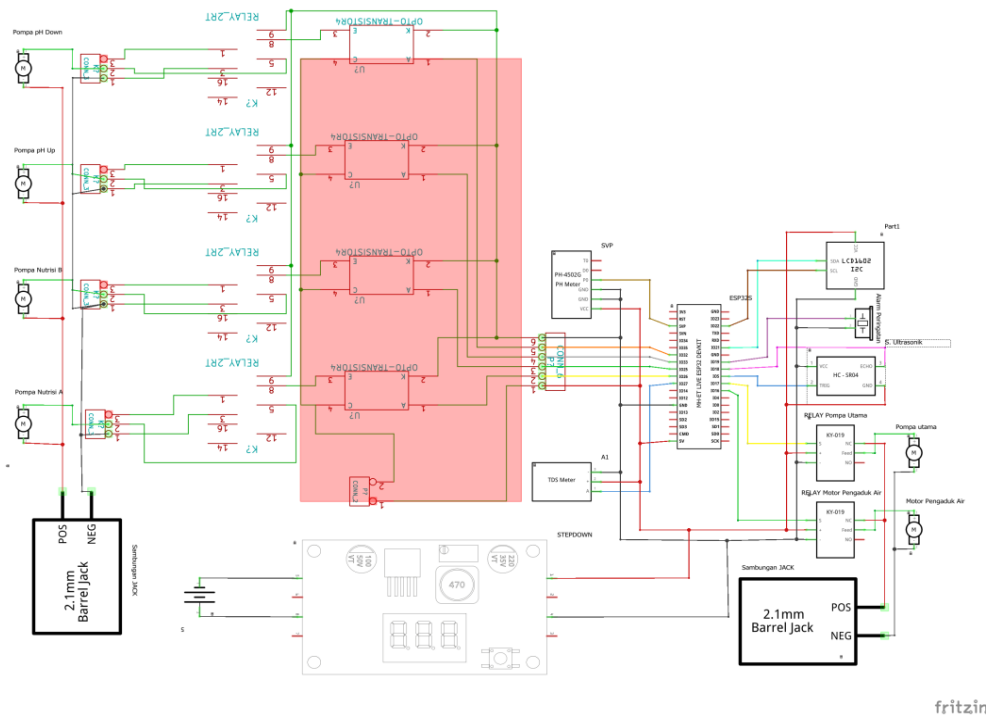
3.2 Perancangan *wiring* dan skematik



Gambar 3. Rangkaian Wiring Kontrol dan Monitoring Hidroponik

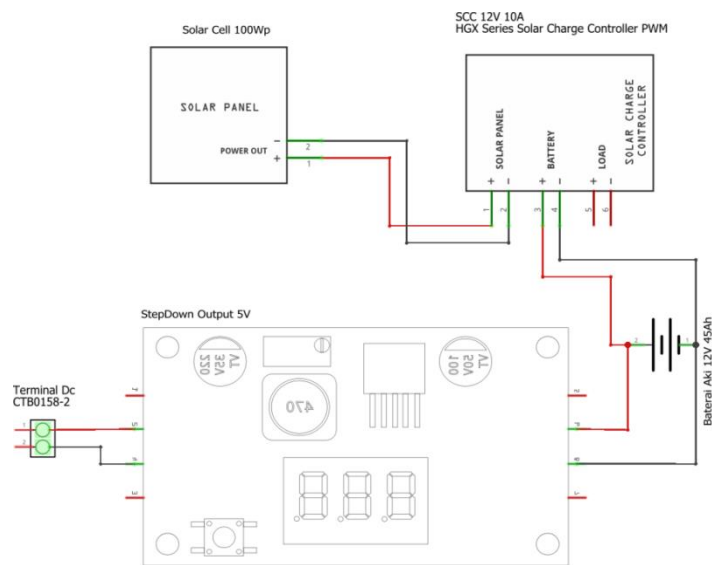


Gambar 4. Rangkaian *Wiring Solar Cell*



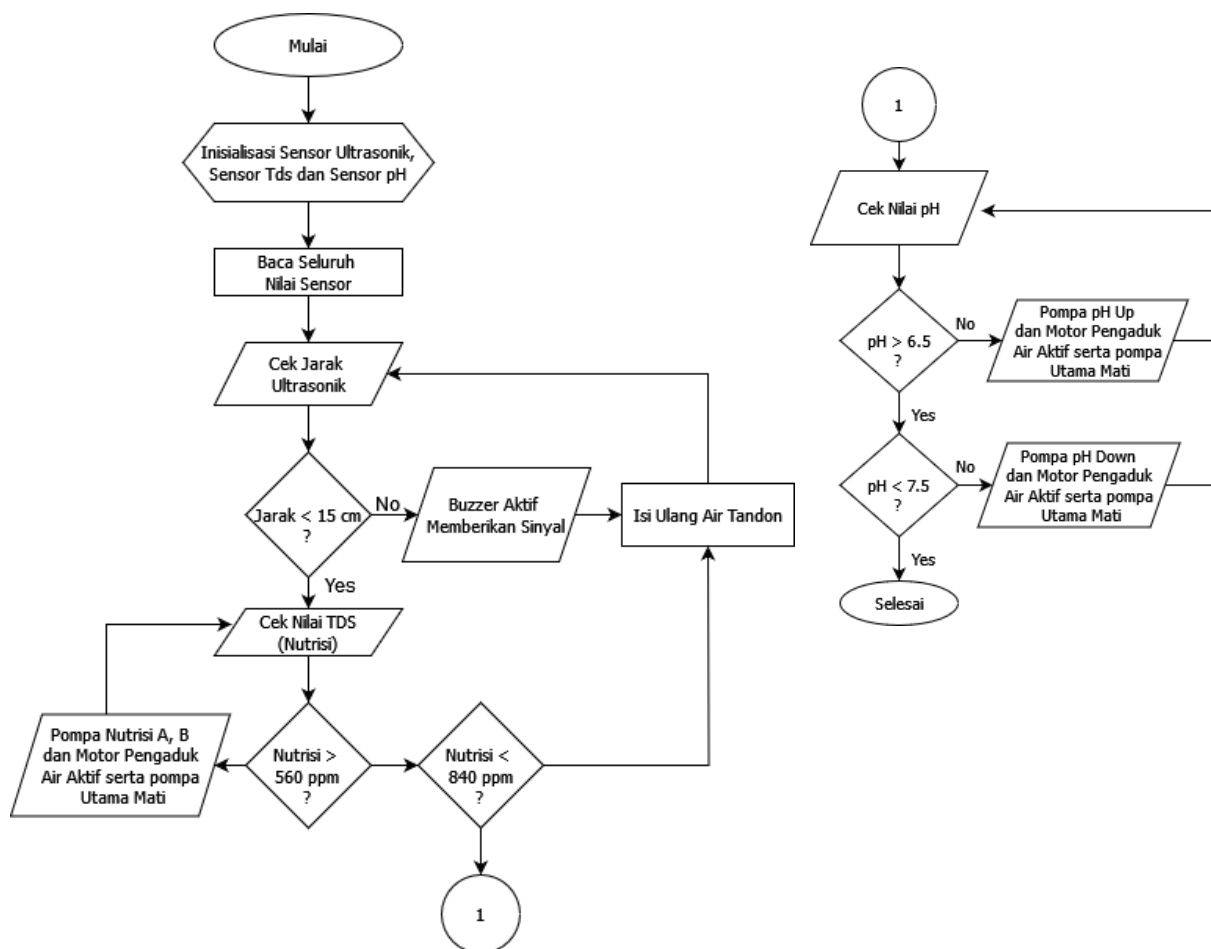
Gambar 5. Rangkaian Skematik Kontrol Hidroponik

Sistem Pengendalian Tanaman Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*) Selada (*Lactuca Sativa*) Berbasis Iot Dan Pemanfaatan Sumber Energi Surya Sebagai Energi Cadangan (Studi Kasus Proyek P2L Di Desa Cilembu)

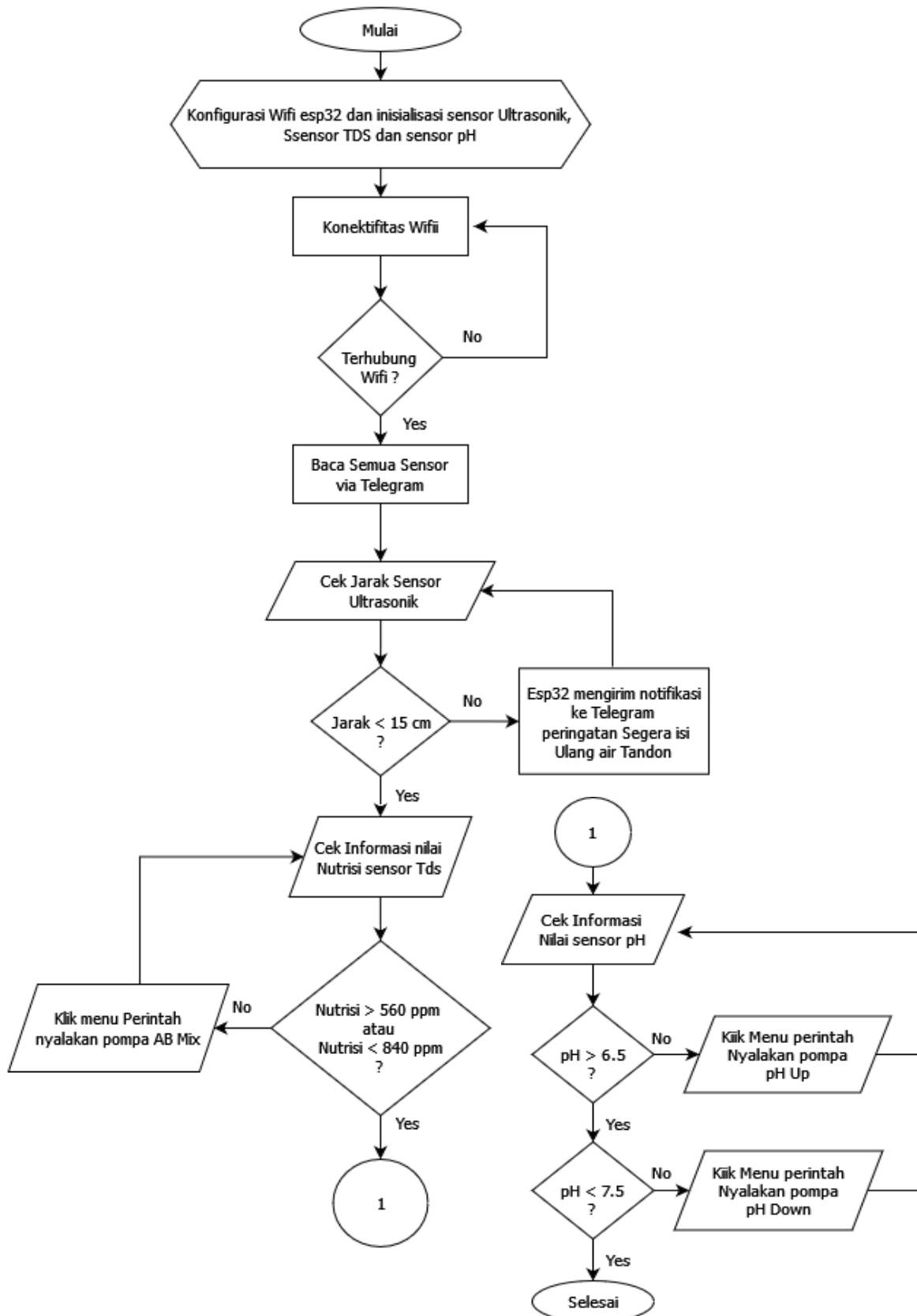


Gambar 6. Rangkaian Skematik *Solar Cell*

3.3 Flowchart Program Alat

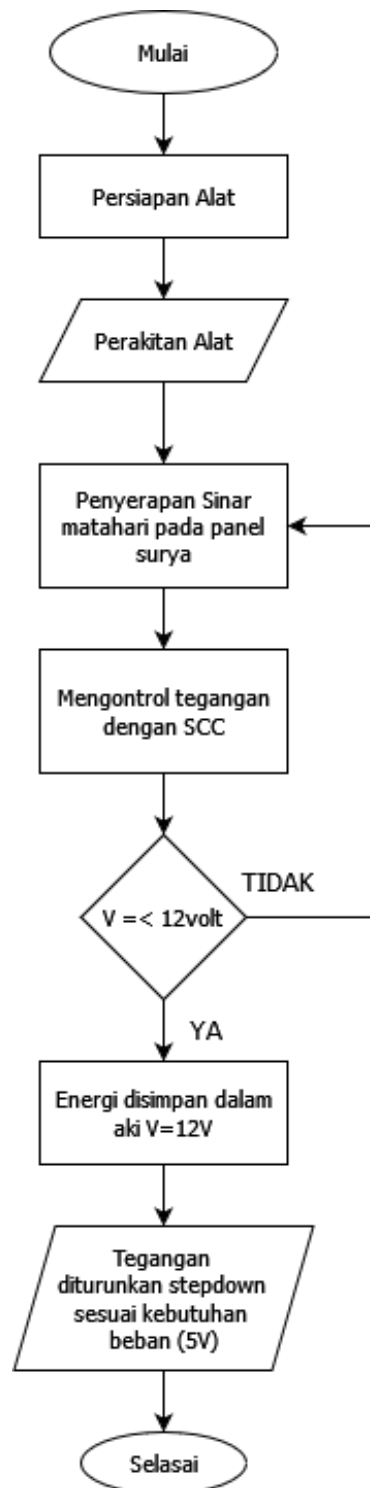


Gambar 7. Flowchart Sistem Kontrol Hidroponik



Gambar 8. Flowchart Sistem Monitoring Hidroponik

Sistem Pengendalian Tanaman Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*) Selada (*Lactuca Sativa*)
Berbasis Iot Dan Pemanfaatan Sumber Energi Surya Sebagai Energi Cadangan
(Studi Kasus Proyek P2L Di Desa Cilembu)



Gambar 9. Flowchart Solar Cell

Rancangan perangkat lunak terdiri dari perangkat keras untuk mengatur sistem kerja dari seluruh sistem agar bekerja dengan baik. Mikrokontrolernya yaitu ESP32, sensor yang digunakan antara lain sensor TDS (*Total Dissolved Solid*) V1.0 untuk membaca kadar nutrisi dengan satuan PPM, sensor pH Modul DIY More pH-4502C untuk membaca kadar pH, dan sensor *ultrasonic* HC-SR04 untuk mengukur jarak air dalam tandon. Mikrokontroler

melakukan perbandingan data apabila hasil pembacaan sensor pH dan TDS tidak sesuai dengan yang ditentukan secara otomatis relay aktif dan mengaktifkan pompa dan motor dc. Untuk cara kerjanya jika pH dibawah *set point* maka pompa *Up* akan menyala, pH diatas *set point* pompa *down* akan menyala. Jika nilai tds dibawah *set point* maka pompa A dan B akan menyala. Jika salah satu pompa *A/B | UP | Down* menyala maka motor dc akan hidup dan pompa utama akan mati. Apabila sensor *ultrasonic* tidak sesuai dengan *set point* buzzer berbunyi sebagai peringatan harus diisi air secara manual. Setelah sensor terbaca nilai sensor akan ditampilkan di LCD 16X2 I2C, dan dilakukan pemrograman untuk terhubung ke jaringan internet, hasil dari pembacaan sensor akan diproses oleh aplikasi telegram pada bot akun agar bisa mengontrol tanaman.

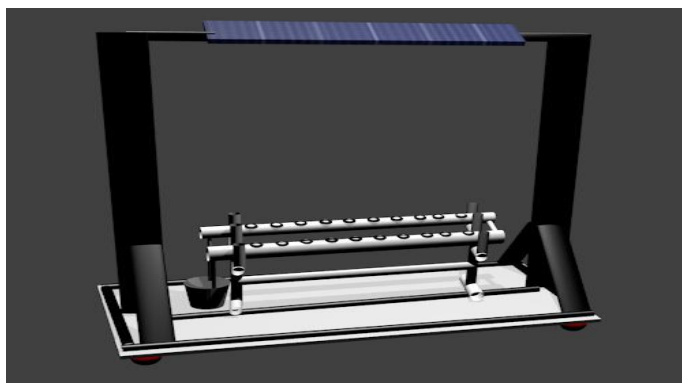
Energi yang digunakan yaitu menggunakan energi matahari sebagai energi cadangan. Cara kerjanya, *solar cell* menyerap cahaya matahari kabel dijumper ke SCC supaya mengontrol tegangan yang masuk ke baterai, energi listrik disimpan di aki yang tegangannya 12v, dihubungkan dengan stepdown agar tegangannya turun menjadi 5V, kemudian bisa digunakan ke beban yang tegangannya 5V.

3.4 Perancangan *Software* Arduino IDE

Pengolah data dan kendalinya akan dimuat dalam bentuk mikrokontroler Esp32, program perangkat lunak ini menggunakan bahasa pemrograman C++.

3.5 Perancangan Mekanik

Gambar berikut merupakan desain alat untuk memberikan gambaran tentang alat yang nantinya akan diujikan. Kerangka alat dengan tinggi 170 cm, panjang alasnya 120 cm dan lebar alas 50 cm, kaki penyangga 99 cm, terbuat dari besi agar kuat dan kokoh, atapnya dengan solar cell dengan panjang 110 cm lebar 67 cm . Instalasi untuk hidroponik menggunakan 2 buah pipa ,20 lubang panjangnya 1 meter , dan diameternya 2,5 cm yang disusun miring dan bertingkat .

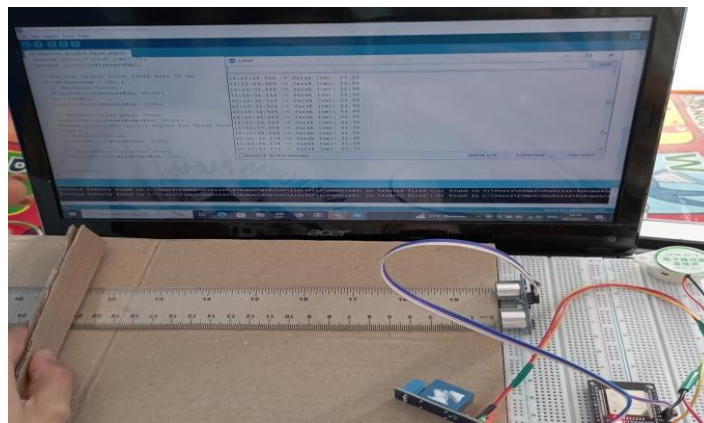


Gambar 10. Perancangan Mekanik

3.6 Pengujian Sensor Ultrasonic HC-SR04 dan Buzzer

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan untuk mengukur tingkat ke akurasian sensor saat mendeteksi ketinggian air di tandon, proses pengujiannya menggunakan perbandingan dengan penggaris. Pengujian dilakukan 10 kali. Pengujian buzzer dilakukan, apabila jarak sensor ultrasonik > 15 cm dari atas tandon maka buzzer bunyi, jika jarak sensor ultrasonik < 15 cm maka buzzer mati.

Sistem Pengendalian Tanaman Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*) Selada (*Lactuca Sativa*)
 Berbasis Iot Dan Pemanfaatan Sumber Energi Surya Sebagai Energi Cadangan
 (Studi Kasus Proyek P2L Di Desa Cilembu)



Gambar 11. Pengujian Sensor Ultrasonik

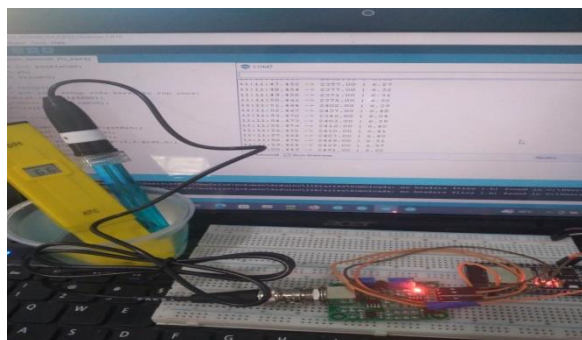
Tabel 1. Persentase Error Dan Tingkat Ke Akuratan Sensor Ultrasonic Dengan Penggaris, dan Buzzer

No	sensor ultrasonic (cm)	penggaris (cm)	Persentase error %	Akurasi %	Buzzer
1	21,01	21	0,04	99,9	Bunyi
2	10,10	10	1,00	99,0	Tidak Bunyi
3	15,03	15	0,20	99,8	Bunyi
4	13,04	13	0,30	99,7	Tidak Bunyi
5	25,08	25	0,32	99,7	Bunyi
6	23,04	23	0,17	99,8	Bunyi
7	17,03	17	0,17	99,8	Bunyi
8	19,12	19	0,63	99,3	Bunyi
9	7,02	7	0,28	99,7	Tidak Bunyi
10	5,10	5	2,00	98,0	Tidak Bunyi
Rata – rata			0,511 %	99,4%	

Pembacaan sensor pada tabel diatas mempunyai persentase error 0,511 % Dengan tingkat ke akuratan 99,4%. Dari pengujian tersebut juga dapat terlihat bahwa buzzer sudah sesuai dengan yang kita harapkan.

3.7 Pengujian sensor pH DIY More Ph-4502C

Pengujian sensor PH untuk mengetahui ke akuratan sensor ,dengan menggunakan pengujian beberapa sampel cairan ,larutan ph buffer 6,8 dan 4,0,air leminerale, larutan AB Mix ,dan air sumur. Alat ukur Ph meter yang sudah dikalibrasi sebelumnya digunakan sebagai pembanding dengan nilai dari sensor.



Gambar 12. pengujian sensor ph

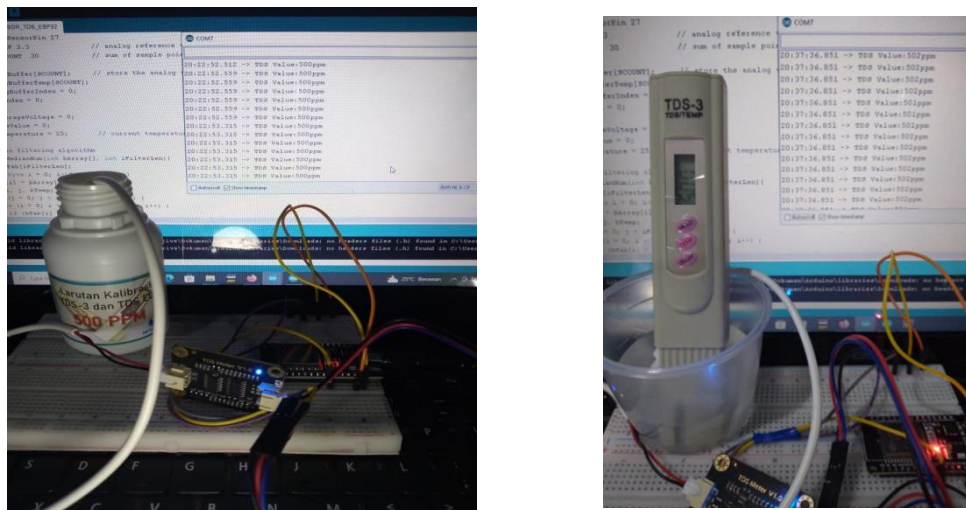
Tabel 2. Tingkat Ke Akuratan Sensor Ph

No	Sampel	Sensor ph			Rata-rata	Ph meter	Persentase error %	Akurasi %
		1	2	3				
1	PH larutan 4,0	4,02	4,10	4,16	4,09	4,0	2,25	97,7
2	Ph larutan 6,6	6,62	6,57	6,51	6,56	6,6	0,50	99,4
3	Leminerale	7,05	7,08	7,04	7,05	7,8	9,61	90,4
4	Ab Mix	6,6	6,8	6,10	6,50	6,8	4,41	95,6
5	Air sumur	6,8	6,12	6,7	6,54	6,8	3,82	96,1
Rata –rata							4,11%	95,8%

Pembacaan sensor ph pada tabel diatas memiliki selisih error 4,11 % dan tingkat ke akuratan sensor 95,8 %.

3.8 Pengujian sensor TDS

Pengujian dilakukan untuk mengetahui ke akuratan sensor, dengan menggunakan pengujian beberapa sampel cairan, yaitu larutan TDS buffer 500 PPM, leminerale, air sabun, larutan AB Mix dan air sumur. Alat ukur TDS meter yang sudah dikalibrasi sebelumnya digunakan sebagai pembanding dengan nilai dari sensor agar didapatkan nilai error dari alat dan tingkat akurasi sensor.



Gambar 13. Pengujian Sensor TDS

Tabel 3. Tingkat Keakuratan Sensor TDS

No	Sampel cairan	Hasil pembacaan sensor TDS			Rata - rata	TDS meter	Persentase error %	Akurasi %
		1	2	3				
1	Larutan 500 ppm	500	500	500	500	500	0	100
2	Leminerale	133	137	135	135	138	2,17	97,8
3	Air sabun	450	456	449	452	450	0,44	99,5
4	Ab Mix	573	577	574	575	585	1,70	98,2
5	Air sumur	125	132	130	129	130	0,76	99,2
Rata –rata							1,01	98,9

Pembacaan sensor pH pada tabel diatas memiliki selisih error 1,01% dan tingkat ke akuratan sensor 98,9% .

3.9 Pengujian LCD I2C

Pengujian tampilan LCD oleh program berupa nilai jarak air, TDS dan PH .



Gambar14. Pengujian LCD

Dari pengujian tersebut dapat terlihat bahwa LCD sudah sesuai dengan yang kita harapkan.

3.10 Pengujian Notifikasi Telegram

Pengujian dilakukan apakah telegram sudah bisa mengontrol dan memonitoring hidroponik .

Tabel 4. Notifikasi bot telegram

No	Pesan Masuk	Keterangan
1	Notifikasi masuk	Berhasil
2	Pesan Informasi Nilai Sensor	Berhasil
3	Pesan Perintah Kontrol Manual	Berhasil
4	Pesan Status Relay	Berhasil

3.11 Pengujian relay dan pompa

Pompa yang digunakan yaitu pompa pH *up*, pH *down*, TDS A, TDS B, pompa utama, relay dan motor pengaduk.

- 1) Pengujian relay dengan pompa pH *up* dan *down*, *set point* pH yang ditentukan adalah $6,5 < \text{pH} < 7,5$. Apabila $< 6,5$ relay dengan pompa pH *up* aktif dan apabila $>$ dari $7,5$ relay dengan pompa pH *down* aktif. Apabila salah satunya aktif maka pengaduk air aktif dan pompa utama mati.

Tabel 5. pengujian pompa pH *up*, pH *down*, relay dan pengaduk

No	Nilai PH	Kondisi relay		Kondisi pompa		Pengaduk air	Pompa utama
		pH <i>up</i>	pH <i>down</i>	pH <i>up</i>	pH <i>down</i>		
1	4,09	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>
2	6,56	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>
3	7,40	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>
4	7,90	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>
5	8,00	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>

Dapat dilihat dari tabel di atas relay, pompa dan pengaduk sudah sesuai dengan *set point* yang kita tentukan .

- 2) Pengujian relay dengan pompa TDS A, pompa TDS B, *set point* TDS yang ditentukan adalah $560 \text{ ppm} < \text{tds} < 840 \text{ ppm}$, apabila $< 560 \text{ ppm}$ relay dengan pompa TDS A dan

B aktif, apabila > 840 ppm relay dengan pompa TDS A dan B tidak aktif, apabila pompa aktif maka pengaduk air aktif dan pompa utama mati.

Tabel 6. pengujian pompaTDS A, TDS B, relay dan pengaduk

No	Nilai TDS	Kondisi relay		Kondisi pompa		Pengaduk air	Pompa utama
		TDS A	TDS B	TDS A	TDS B		
1	500 PPM	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>
2	135 PPM	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>
3	Air sabun 452 PPM	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>
4	Ab Mix 840 PPM	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>
5	Air sumur 129 PPM	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>

3.12 Pengujian hidroponik dengan energi *solar cell*

Setelah perancangan alat kemudian dilakukan pengujian dengan penyuplayan energy ke beban, baterai aki yang semula 12 volt sudah berhasil diturunkan tegangannya menjadi 5 volt, sehingga sudah aman digunakan ke beban yang tegangannya 5 volt, dan sudah bisa menyuplay ke beban .

3.13 Pengujian Keseluruhan Alat

Pengujian keseluruhan alat yaitu uji coba terakhir alat control, monitoring dan sumber energy tenaga surya untuk mengetahui kondisinya sudah benar dan sudah layak digunakan

Tabel 7. pengujian keseluruhan alat

No	Komponen	Pengujian tahap 1	Keterangan
1.	Sensor ultrasonic HC-SR04	Mendeteksi ketinggian air	Berhasil dengan error 0,511 %
2.	Sensor TDS V 1.0	Mendeteksi nutrisi air	Berhasil dengan error 1,01 %
3.	Sensor Ph-4502C	Mendeteksi Ph air	Berhasil dengan error 4,11 %
4.	Buzzer	Berbunyi ketika jarak sensor ultrasonik > 15 cm	Berhasil bunyi ketika jarak sensor ultrasonik > 15 cm
5.	LCD 16 X2 i2c	Menampilkan nilai jarak air, nutrisi, ph	Berhasil menampilkan nilai jarak air ,nutrisi ,ph
6.	Pompa Utama	Aktif ketika pompa ph up, ph down, A dan B off	Berhasil aktif sesuai set point
7.	Pompa ph up	Aktif ketika nilai Ph < 6,5	Berhasil aktif sesuai set point
8.	Pompa ph down	Aktif ketika nilai PH > 7,5	Berhasil aktif sesuai set point
9.	Pompa larutan A	Aktif ketika nutrisi < 560 ppm	Berhasil aktif sesuai set point
10.	Pompa larutan B	Aktif ketika nutrisi < 560 ppm	Berhasil aktif sesuai set point
11.	Pengaduk air	Aktif ketika salah satu atau keduanya pompa Ph up, ph down, A dan B on	Berhasil aktif sesuai set point

Sistem Pengendalian Tanaman Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*) Selada (*Lactuca Sativa*) Berbasis Iot Dan Pemanfaatan Sumber Energi Surya Sebagai Energi Cadangan (Studi Kasus Proyek P2L Di Desa Cilembu)

12.	Solar cell	Menyerap cahaya matahari	Berhasil bisa memcharger aki
13.	Baterai aki	Menyimpan energy dari solar cell	Berhasil menyimpan energy dari solar cell
14.	Solar charge controller	Mengendalikan pengisian daya baterai	Mengontrol pegisian baterai aki agar tidak berlebihan
15.	Regulator	Menurunkan tegangan baterai dari 12volt menjai 5 volt	Berhasil tegangannya menjadi 5v
16.	Notifikasi Telegram	Notifikasi teks masuk	Berhasil notifikasi masuk



Gambar15. Pengujian Keseluruhan Alat

4. KESIMPULAN

Pengujian dan Penelitian yang telah kita lakukan dengan judul " Sistem Pengendalian Tanaman Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*) Selada (*Lactuca Sativa*) Berbasis Iot Dan Pemanfaatan Sumber Energi Surya sebagai Energi Cadangan Pada Kegiatan P2I Proyek Upland Di Desa Cilembu " telah diselesaikan, sistem yang telah dibuat berjalan sesuai rancangan, pemberian nutrisi dan pH pada tanaman hidroponik sudah berjalan secara otomatis sesuai *set point* yang ditentukan 6,5 -7,5 kadar pH dan 560-840 kadar nutrisi (ppm), untuk memonitoring tanaman juga bisa dilakukan jarak jauh menggunakan aplikasi telegram, sehingga dapat mempermudah masyarakat yang ingin bercocok tanam. Pompa dan pengaduk telah mampu digerakan oleh panel Surya sebagai sumber energi cadangan yang bisa digunakan saat listrik dari PLN padam dengan baterai berkapasitas 45 Ah dapat digunakan selama 11 jam Pada beban 39 watt dengan lama pengisian baterai aki oleh solar cell yaitu 26 jam 24 menit .

5. DAFTAR RUJUKAN

- [1] M. Singgih, K. Prabawati, and D. Abdulloh, "Bercocok Tanam Mudah dengan Sitem Hidroponik NFT," *J. Karya Pengabd. Dosen dan Mhs.*, vol. 03, no. 1, pp. 21–24, 2019.
- [2] L. Hidayanti and T. Kartika, "Pengaruh Nutrisi AB Mix Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) secara Hidroponik," *Sainmatika J. Ilm. Mat. dan Ilmu Pengetah. Alam*, vol. 16, no. 2, p. 166, 2019, doi: 10.31851/sainmatika.v16i2.3214.
- [3] D. R. Wati and W. Sholihah, "Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino," *Multinetics*, vol. 7, no. 1, pp. 12–20, 2021, doi: 10.32722/multinetics.v7i1.3504.
- [4] L. Sulistyowati and N. Nurhasanah, "Analisa Dosis AB Mix Terhadap Nilai TDS Dan Pertumbuhan Pakcoy Secara Hidroponik," *Jambura Agribus. J.*, vol. 3, no. 1, pp. 28–36, 2021, doi: 10.37046/jaj.v3i1.11172.
- [5] E. Mufida, R. S. Anwar, R. A. Khodir, and I. P. Rosmawati, "Perancangan Alat Pengontrol pH Air Untuk Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino Uno," *INSANtek*, vol. 1, no. 1, pp. 13–19, 2020, [Online]. Available: <http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/insantek%0Ahttps://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/insantek>
- [6] A. Abdullah and J. Andres, "Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) secara Hidroponik," *J. Pendas Pendidik. Dasar*, vol. 3, no. 1, pp. 21–27, 2021.
- [7] M. Ichwan, M. G. Husada, and M. Iqbal Ar Rasyid, "Pembangunan Prototipe Sistem Pengendalian Peralatan Listrik Pada Platform Android," *J. Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 13–25, 2013.
- [8] anindita sarah firdaus, "Pengertian Sistem Kontrol, Jenis dan Contohnya," *kompas.com*, 2022.
- [9] A. H. Santoso, M. Saputra, and F. N. R. Hamka, "PLTS sebagai Backup Supply pada Plant Hidroponik Nutrient Film Tehcnique (NFT) Berbasis IoT," *Elposys J. Sist. Kelistrikan*, vol. 10, no. 1, pp. 19–23, 2023, doi: 10.33795/elposys.v10i1.1009.
- [10] F. Ilmu, T. Informasi, U. Gunadarma, J. Margonda, R. No, and J. Barat, "Sistem Kontrol dan Monitoring Kadar PH Air pada Sistem Akuaponik Berbasis NodeMCU ESP8266 Menggunakan Telegram," *J. Ilm. Komputasi*, vol. 19, no. 4, pp. 597–604, 2020, doi: 10.32409/jikstik.19.4.336.