

Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino

Dewi Ratna Wati¹, Walidatush Sholihah²

Teknik Komputer,

Sekolah Vokasi, IPB University

Jl. Kumbang No. 14, Cilibende, Bogor 16152, Telp/Fax: (0251) 8347007

²walidah@apps.ipb.ac.id

Diterima : 8 Desember 2020. Disetujui : 14 Maret 2021. Dipublikasikan : 14 Maret 2021.

Abstract - The method used by the hydroponic system at BBP2TP as a place of education and learning about the assessment and development of agricultural technology is still manual. This can be seen when the officer checks the pH and nutritional values, where the officer has to go to the hydroponic installation to measure the pH and nutrient values in the water reservoir using a pH meter and TDS meter. If the pH and nutrient values are not appropriate, then add pH or nutrient fluids to the water reservoir until the pH and nutrient values are as desired. Smart Farming technology enables a tool that can measure and view the pH and nutrient values of the hydroponic system. Arduino which can make the system automatic, the pH sensor functions as a pH measurement, the TDS sensor as a tool for measuring nutritional value and the 20x4 LCD is used to see pH and nutrient values. So that when the pH and nutrient values decrease, Arduino will automatically run the pH or TDS sensor to turn on the pH or nutrient pump. When the pH and nutrient values are correct, the pH and nutrient pumps will stop. With this system, the work of officers is more efficienty.

Keywords: Arduino, pH sensor, TDS sensor, hydroponic

Abstrak - Metode yang digunakan sistem hidroponik di BBP2TP sebagai tempat edukasi serta pembelajaran mengenai pengkajian dan pengembangan teknologi pertanian masih manual. Hal tersebut dapat dilihat saat petugas melakukan pengecekan nilai pH dan nutrisi, dimana petugas harus mendatangi tempat instalasi hidroponik untuk mengukur nilai pH dan nutrisi ke dalam tandon air dengan menggunakan alat berupa pH meter dan TDS meter. Jika nilai pH dan nutrisi belum sesuai maka dilakukan penambahan cairan pH atau nutrisi ke dalam tandon air hingga nilai pH dan nutrisi sesuai dengan yang diinginkan. Teknologi Smart Farming memungkinkan suatu alat yang dapat mengukur dan melihat nilai pH dan nutrisi sistem hidroponik. Arduino yang dapat membuat sistem menjadi otomatis, Sensor pH berfungsi sebagai pengukuran pH, Sensor TDS sebagai alat mengukur nilai nutrisi dan LCD 20x4 digunakan untuk melihat nilai pH dan nutrisi. Sehingga ketika nilai pH dan nutrisi berkurang, secara otomatis arduino akan menjalankan sensor pH atau TDS untuk menyalakan pompa pH atau nutrisi. Saat nilai pH dan nutrisi telah sesuai maka pompa pH dan nutrisi akan berhenti. Dengan adanya sistem ini maka pekerjaan petugas lebih efisien.

Kata kunci: Arduino, Sensor pH, Sensor TDS, Hidroponik

I. PENDAHULUAN

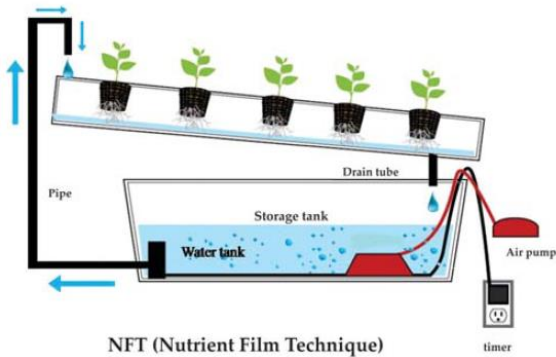
Penelitian pengontrol PH dan nutrisi tanaman ini dilakukan di Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian (BBP2TP). BBP2TP merupakan unit pelaksana teknis di bidang pengkajian dan pengembangan teknologi pertanian. Salah satu bentuk teknologi di bidang pertanian yang sedang dikembangkan di BBP2TP adalah hidroponik.

Hidroponik merupakan teknik untuk membudidayakan tumbuhan tanpa menggunakan tanah melainkan cairan [1]. Hidroponik berkaitan dengan teknik pengelolaan air. Nutrisi yang penting dan sesuai kebutuhan tanaman dimasukkan untuk diserap akar tumbuhan agar diperoleh pertumbuhan

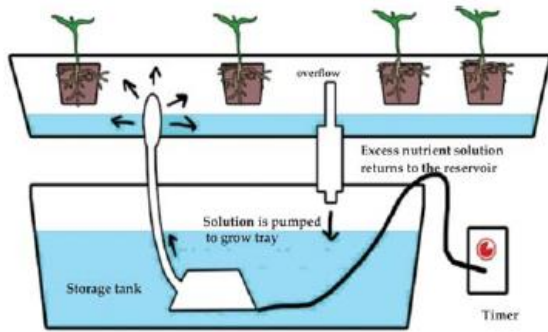
yang optimal [2]. Beberapa tanaman bahkan telah terbukti dapat tumbuh dalam sistem hidroponik yang dialiri air limbah [3], [4]. Dengan demikian, hidroponik tentunya menjadi teknik yang menjanjikan untuk pengolahan air limbah dan produksi pangan.

Hidroponik berarti bekerja dengan air atau bercocok tanam dengan memanfaatkan kerja air [5]. Sebagai sebuah sistem baru yang kemudian digunakan oleh banyak orang, maka sistem hidroponik pun mengalami perkembangan. Baik perkembangan dari segi metode maupun bahan yang digunakan. Saat ini hidroponik dikenal juga dengan istilah *soilless culture* atau bercocok tanam tanpa media tanah. Terdapat enam tipe sistem hidroponik, yaitu *nutrient film technique* (NFT)

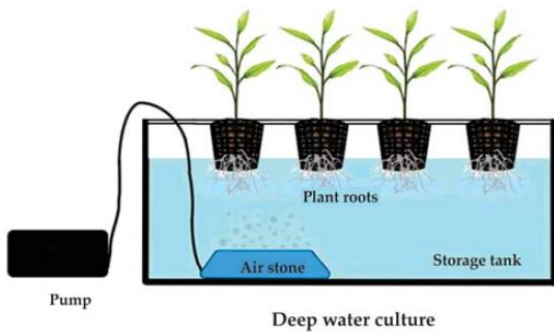
(Gambar 1), *ebb and flow (flood and drain)* (Gambar 2), *deep water culture* (kultur air) (Gambar 3), *drip irrigation* (irigasi tetes) (Gambar 4), dan *wick system* (sistem sumbu) (Gambar 5) [6].



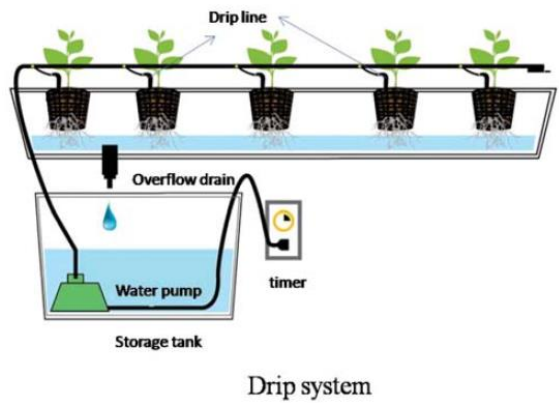
Gambar 1. NFT System



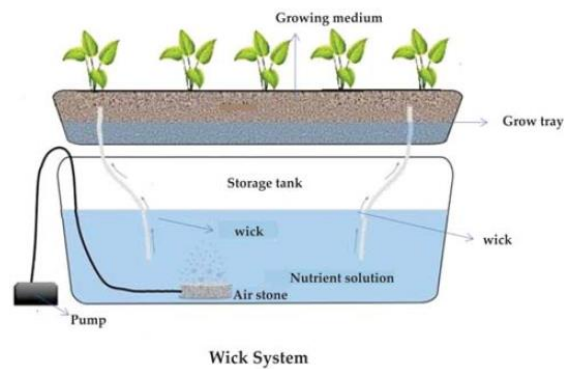
Gambar 2. Ebb and Flow



Gambar 3. Deep Water Culture



Gambar 4. Drip Irrigation System



Gambar 5. Wick System

Tanaman yang dibudidayakan dengan hidroponik pada penelitian ini yaitu selada. Selada (*Lactuca sativa L.*) merupakan tanaman yang tumbuh di daerah yang dingin atau tropis. Selada memiliki siklus pertumbuhan yang pendek. Penelitian sebelumnya dari [7] membuat mesin panen otomatis tanaman selada di pabrik tanaman di Cina. Pemasaran daun selada selalu meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk [8]. Menurut jenisnya, daun selada ada yang tidak bisa membuat krop dan ada yang bisa membuat krop. Jenis yang tidak dapat membuat krop daun-daunnya berbentuk 'rosete'. Jenis selada yang sering dibudidayakan adalah selada krop dan selada mentega. Selada mentega juga disebut dengan selada daun atau selada bokor. Bentuk kropnya yaitu bulat lepas. Selada krop atau selada (*heading lettuce*), bentuk kropnya bulat dan lonjong, sehingga kropnya berisi padat atau kompak. Warna pada daun selada yaitu warna hijau terang sampai warna putih-kekuningan. Jenis-jenis selada dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Selada (Sumber : hortikultura.openthinklabs.com/)

Banyak penelitian yang dilakukan terkait penggunaan hidroponik pada tanaman selada. [9] membuat metode deteksi benih selada otomatis menggunakan *framework* RCNN. Penelitiannya menghasilkan akurasi yang cukup tinggi yaitu mencapai 86,2% dalam mendeteksi benih selada yang akan dibudidayakan melalui hidroponik. [10] menyelidiki efek campuran pupuk hidroponik komersial (CHFM) dikombinasikan dengan limbah ABR pada tomat. Hasilnya pertumbuhan tomat dengan hidroponik lebih baik dengan cairan ABR. [11] juga melakukan penelitian budidaya tomat dengan hidroponik. Dengan hidroponik, tanaman juga terhindar dari penyakit bawaan tanah [12]. Walaupun teknik hidroponik memiliki banyak keuntungan, namun terdapat polutan WNS sebagai hasil dari cairan hidroponik. Hal ini dapat ditanggukangi dengan sisten SBR [13].

Teknik hidroponik yang banyak digunakan untuk menghasilkan sayuran daun, seperti selada adalah hidroponik NFT. Hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT) merupakan teknik hidroponik yang mampu menyediakan kebutuhan air dan nutrisi yang mudah bagi tanaman yang tergolong memiliki biaya operasional murah. Keuntungan dari budi daya tanaman hidroponik NFT adalah petani memiliki banyak persediaan tanaman karena petani dapat membudidayakan tanaman tanpa mengenal musim. Dengan sistem NFT, selada yang dihasilkan akan memiliki kandungan yodium lebih tinggi [14], [15]. tanaman lain yang juga dikembangkan dengan teknik ini yaitu kentang [16].

Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*) merupakan teknik hidroponik yang mampu menyediakan kebutuhan air dan nutrisi yang mudah bagi tanaman yang tergolong memiliki biaya operasional murah. Sistem ini terdiri atas saluran yang alirannya konstan dengan mempertahankan kandungan nutrisi [1]. Penerapan hidroponik dengan sistem NFT perlu memperhatikan panjang talang dan jarak tanam yang efektif agar dapat tercapai budi daya

yang maksimal. Talang yang terlalu panjang mengakibatkan hasil yang kurang baik pada tanaman. Jarak tanam yang terlalu rapat juga dapat mengakibatkan persaingan unsur hara. Selain itu, aliran dapat terbendung dan mampat akibat pertumbuhan akar yang terlalu lebat di dalam talang bila jarak tanam terlalu dekat [17].

Sistem NFT merupakan teknik hidroponik yang mengalirkan nutrisi pada tinggi ± 3 mm dari perakaran tanaman hidroponik. Sistem NFT dapat dirangkai menggunakan pipa PVC atau talang air dan pompa listrik yang berfungsi membantu sirkulasi nutrisi. Faktor penting sistem NFT terletak pada kemiringan pipa PVC atau talang air dan kecepatan nutrisi yang mengalir pada tanaman. Penggunaan sistem NFT akan mempermudah untuk pengendalian perakaran pada tanaman dan kebutuhan tanaman dapat terpenuhi dengan cukup [18].

Untuk menghasilkan tanaman yang perkembangannya optimal maka dibutuhkan pengaturan nutrisi dan pH yang tepat. Hidroponik selada sistem NFT memerlukan nutrisi dan pH yang cukup untuk pertumbuhan bagi tanaman selada. Menurut data di BBP2TP, rentang nutrisi yang baik untuk tanaman selada adalah 560-840 ppm dan rentang pH untuk tanamanselada adalah 6,0 sampai 7,0. Ketika nilai pH beradadi bawah 6,0 atau diatas 7,0 maka petani harus menambahkan larutan untuk menurunkan pH (pH down) atau larutan untuk menaikkan pH (pH up) agar pH kembali normal yaitu 6,0 sampai 7,0.

Jika nilai ppm nutrisi berada dibawah 560 hingga 840 ppm maka petani harus menambahkan larutan nutrisi Mix A dan Mix B agar air nutrisi berada pada batas normal atau batas yang telah ditentukan yaitu 560 sampai 840 ppm. Oleh sebab itu, dibuat sebuah Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino untuk membantu petugas dalam mengukur pH dan nutrisi.

Media tanam yang digunakan dalam sistem hidroponik tidak mengandung nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman hidroponik. Penambahan nutrisi sangat dibutuhkan untuk budidaya tanaman hidroponik, baik unsur hara makro maupun mikro. Larutan hidroponik yang umum dipakai adalah larutan AB Mix. AB Mix merupakan larutan nutrisi hidroponik yang digunakan sebagai unsur hara, baik makro maupun mikro yang berfungsi mendukung pertumbuhan tanaman hidroponik yang optimum [19].

II. METODE PENELITIAN

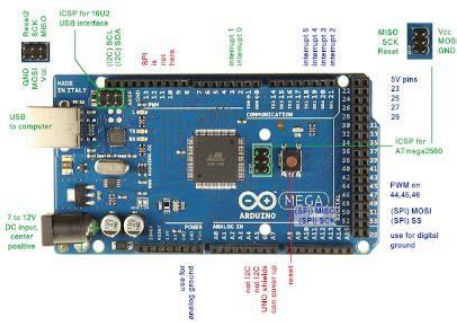
Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu analisis permasalahan, desain dan perancangan, pembuatan alat dan pengujian. Metode penelitian

disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Metode Penelitian

Tahap awal, peneliti melakukan analisis permasalahan yaitu agar sistem hidroponik NFT dapat bekerja secara otomatis. Pada tahap perancangan, dilakukan perancangan proses otomatisasi yang dimaksud. Setelah itu, dibuat blok diagram alat. Diagram ini berfungsi sebagai rencana pemasangan alat selain juga ada skema rangkaian elektronik. Tahap ketiga yaitu pembuatan alat. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Arduino Mega 2560 (Gambar 8) sebagai mikrokontroler, sensor TDS, sensor PH, LCD 20x4, pompa DC 12V, mosfet, jumper, dan adaptor. Selain itu digunakan pula aktuator, pH meter dan TDS meter. Tahap terakhir adalah pengujian sistem. Pada tahap ini sistem hidroponik diuji untuk dilihat apakah sesuai dengan tujuan.

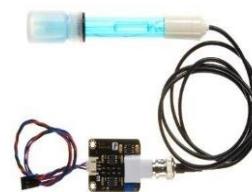


Gambar 8. Arduino

Bahan dan peralatan yang digunakan akan dijelaskan sebagai berikut. Komponen pertama yaitu arduino. Komponen utama didalam papan Arduino adalah sebuah 8 bit dengan merk ATmega yang dibuat oleh Atmel Corporation. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe ATmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya, sebagai contoh Arduino Uno menggunakan ATmega328 sedangkan Arduino Mega 2560 yang lebih canggih menggunakan ATmega2560 [20].

Komponen berikutnya yaitu sensor pH. Sensor pH adalah sensor yang dapat mendeteksi nilai pH air. Sensor ini sangat membantu mengingatkan tingkat nilai pH pada air atau untuk memantau nilai pH air untuk pencemaran air. Secara fisik, sensor ini terdiri dari LED sebagai power indikator, konektor BNC, dan interface sensor pH V1.1. Untuk menggunakan, cukup hubungkan sensor pH ini dengan Arduino menggunakan kabel analog yang disertakan dalam kit ini ke IO Expansion Shield atau bisa pula menggunakan kabel jumper [21]. Sensor pH ditunjukkan pada Gambar 9.

Sensor TDS (*Total Dissolved Solid*) merupakan sensor kompatibel Arduino yang digunakan untuk mengukur merupakan nilai konsentrasi objek solid yang terlarut dalam air. Sensor ini akan menghitung tingkat konduktivitas dengan cara membaca nilai tegangan yang diberikan dari batang besi tersebut. Input tegangan antara 3.3 - 5V, serta output tegangan analog yang dihasilkan berkisar pada 0 - 2.3V. (Diunduh 10 Januari 2020, tersedia pada: <https://digiwarehouse.com/id/sensorother/gravity-analog-tds-sensor-meter-for-arduino-296333.html>). Sensor TDS ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 9. Sensor PH(Sumber: dfrobot.com)



Gambar 10. Sensor TDS(Sumber: dfrobot.com)

Selain itu, untuk nutrisi tanaman selada, digunakan nutrisi AB Mix ini berbentuk cairan sehingga dapat langsung digunakan dengan cara melarutkan ke dalam air bersih yang digunakan pada sistem hidroponik. Sementara itu, nutrisi dalam bentuk padatan harus dilarutkan terlebih dahulu masing-masing menjadi pekatan nutrisi A dan pekatan nutrisi B sebelum digunakan di sistem hidroponik.

Nutrisi hidroponik ini tersedia di pasaran yang

bisa digunakan langsung. Nutrisi ini juga biasa digunakan petani untuk pemupukan tanaman hidroponik. Larutan nutrisi yang digunakan terdiri atas garam-garam makro dan mikro yang dibuat larutan stok A dan stok B yang biasa disebut dengan larutan AB Mix. Penyerapan nutrisi tanaman hidroponik dipengaruhi oleh media tanam yang digunakan. Media tanam yang baik digunakan merupakan media tanam yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman. Penunjang keberhasilan dari sistem tanaman hidroponik adalah media tanam yang bersifat *aerasi* dan *porus* baik, serta nutrisi yang cukup untuk pertumbuhan tanaman hidroponik [19]. Gambar 11 merupakan nutrisi AB Mix tanaman sayuran.



Gambar 11. Nutrisi AB Mix (Sumber: superprodukt.com)

pH merupakan derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau tingkat kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Dalam budi daya tanaman hidroponik, hal yang diperhatikan dalam pertumbuhan tanaman hidroponik adalah pH atau biasa disebut dengan derajat keasaman pada air. pH air memiliki pengaruh yang penting untuk tanaman dalam melakukan penyerapan nutrisi yang diperlukan. Secara umum, skala pH berkisar dari angka 0 sampai dengan 14. pH dengan angka 7 bersifat netral, sedangkan pH dengan angka di bawah 7 bersifat asam dan pH dengan angka di atas 7 bersifat basa. Tingkat pH yang tidak sesuai akan mengakibatkan banyaknya asam dan basa yang tercampur dan akan terjadi penyumbatan di saluran sistem hidroponik, sehingga pertumbuhan tanaman akan menjadi kurang baik. Oleh karena itu, mempertahankan nilai pH pada sistem hidroponik sangat diperlukan agar tanaman dapat tumbuh dengan baik. Pada sistem hidroponik, pH larutan nutrisi yang diizinkan berada rentang nilai 5,5 sampai 7,5. Jika nilai pH berada di bawah atau di atas rentang nilai tersebut, akan terjadi masalah pada larutan nutrisi hidroponik. Contoh masalah tersebut adalah terjadinya endapan pada larutan nutrisi yang akan berakibat pada kandungan unsur hara tanaman hidroponik [22].

pH hidroponik banyak tersedia di pasaran yang bisa digunakan, dan yang biasanya petani menggunakan untuk penambahan atau pengurangan

nilai pH tanaman. pH yang digunakan petani untuk menaikkan atau menurunkan nilai pH dari hidroponik yaitu menggunakan larutan pH *up* (untuk menaikkan nilai pH) yang berisi larutan Basa (10% *Kalium Hydroxide*) dan larutan pH *down* (untuk menurunkan pH) yang berisi larutan Asam (10% *Nitric Acid*), seperti pada Gambar 12.



Gambar 12. PH *up* dan PH *down* (Sumber: en.hidroponikhansgarden.com)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

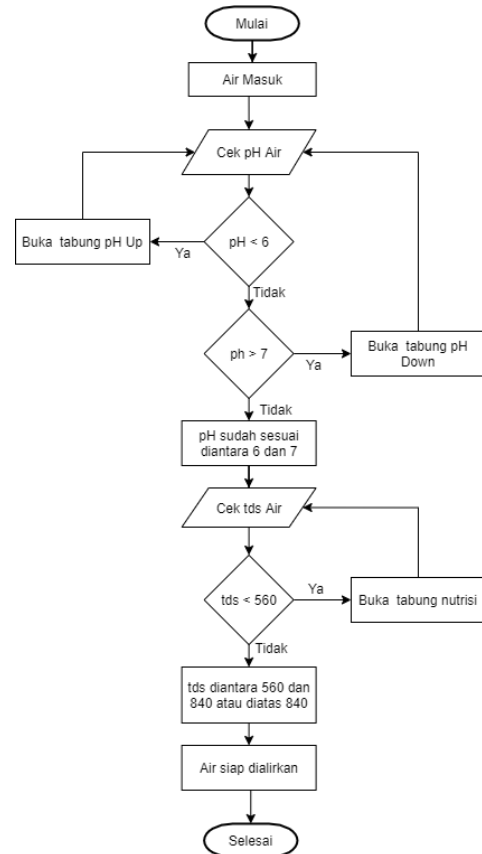
Sistem kerja alat otomatis yang dibuat yaitu ketika alat dinyalakan sensor pH akan membaca nilai pH pada wadah air dan sensor TDS akan membaca nilai nutrisi. Pada saat nilai pH dibawah 6,0 maka pompa larutan untuk menaikkan pH (pH *up*) akan menyala secara otomatis hingga nilai pH berada di antara 6,0 sampai 7,0, begitu juga saat nilai pH diatas 7,0 pompa larutan untuk menurunkan pH (pH *down*) akan menyala secara otomatis untuk menurunkan pH menjadi 6,0 sampai 7,0. Setelah itu alat akan membandingkan nilai pH apakah dalam keadaan normal atau tidak. Jika nilai pH antara 6,0 sampai 7,0 maka pompa pH tidak akan menyala. Selanjutnya saat nilai ppm nutrisi pada wadah tersebut belum mencapai 560 ppm, maka sensor TDS akan menyalakan pompa larutan Mix A dan B untuk menaikkan nilai PPM sampai dengan jumlah yang ditentukan yaitu 560-840. Nilai bacaan sensor pH dan sensor TDS akan ditampilkan pada LCD 20x4 (Gambar 13).

Blok diagram yang digunakan pada alat dapat dilihat pada Gambar 14. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Mega 2560 yang mendapat daya dari *power supply*. Arduino Mega 2560 berfungsi untuk memproses data yang diterima dari sensor. Sensor yang digunakan pada alat adalah sensor pH dan sensor TDS yang nilai bacaannya akan diproses oleh Arduino Mega 2560. *Output* dari proses ini ditampilkan pada LCD 20x4. Mosfet dan *output* mendapat daya dari *power supply*. Mosfet berfungsi sebagai saklar untuk mengendalikan nyala atau matinya pompa. Kondisi mosfet dikendalikan oleh proses yang telah diprogram pada Arduino Mega 2560 sehingga pompa yang ada dapat menyala dan mati secara otomatis.

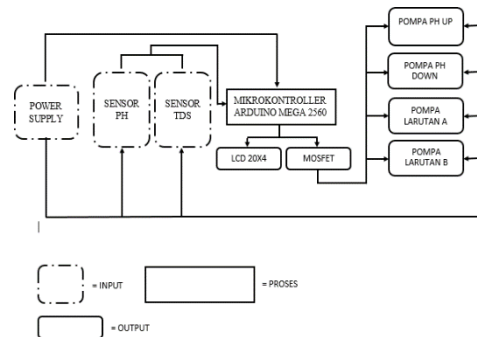
Komponen yang digunakan terhubung satu sama lain sesuai dengan skema rangkaian (Gambar 15). Arduino mega 2560 sebagai alat untuk memproses data yang diterima dari sensor. Pin i2c lcd

dihubungkan pada pin SDA, SCL, VCC, dan GND Arduino mega 2560. Mosfet terhubung pada pin VCC, GND dan pin digital 2,3,4,5 Arduino mega 2560 untuk pengendali output berupa pompa. Sensor pH pinnya terhubung dengan pin A0 Arduino mega 2560. Sensor TDS terhubung dengan pin A1 Arduino Mega 2560.

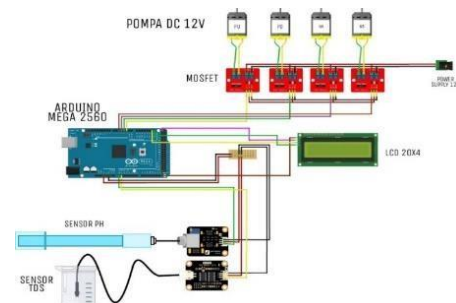
Model alat Pembuatan Pengontrol PH dan Nutrisi Tanaman Selada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino Mega 2560 di BBP2TP terbagi menjadi 5 wadah. 1 wadah besar untuk air nutrisi, 2 wadah berisi larutan pH *up* dan pH *down*, 2 wadah berisi larutan nutrisi A dan nutrisi B. Sensor pH dan TDS diletakan pada tandon nutrisi pompa pH mengalirkan larutan pH dari tandon pH *up* atau pH *down* ke dalam tandon. Nutrisi jika nilai pH berada dibawah 6,0 atau diatas 7,0. Sedangkan pompa nutrisi juga akan mengalirkan larutan nutrisi A dan B kedalam tandon nutrisi jika nilai nutrisi berada dibawah 560 - 840 ppm. Pada instalasi hidroponik selada di BBP2TP terdapat 2 tingkat dikarenakan menyesuaikan dengan lokasi penempatan hidroponik, instalasi hidroponik memiliki kemiringan yang berbeda dikarenakan pengaliran nutrisi yang tidak merata dan terjadi kebocoran pada pipa pengeluaran nutrisi oleh sebab itu maka kemiringan dibuat sesuai dengan aliran nutrisi pada instalasi hidroponik. Model alat Pembuatan Pengontrol PH dan Nutrisi Tanaman Selada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino Mega2560 di BBP2TP dapat dilihat pada Gambar 16.



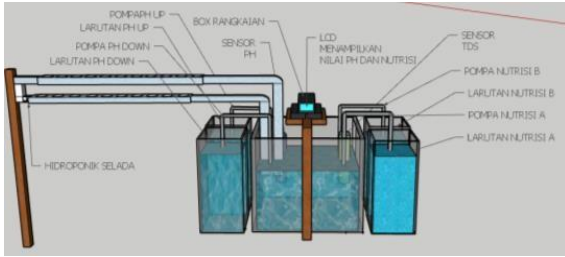
Gambar 13. Flowchart Sistem Kerja Alat



Gambar 14. Blok Diagram



Gambar 15. Skema Rangkaian



Gambar 16. Model Alat

IV. PENGUJIAN SISTEM

1. A. Pengujian Fungsional Alat

Pengujian fungsionalitas alat dilakukan untuk mengecek kesesuaian dengan komponen yang digunakan. Pengujian fungsionalitas dilakukan di dua alat yang telah dibuat. Data hasil pengujian fungsionalitas alat dapat dilihat pada Tabel I.

TABEL I. PENGUJIAN FUNGSIONAL

No	Komponen	Kondisi Pengujian	Hasil Pengujian
1	Arduino Mega 2560	Memproses data	Data berhasil diproses
2	Sensor TDS	Mendeteksi nilai nutrisi	Nilai nutrisi terdeteksi
3	Sensor PH	Mendeteksi nilai pH	Nilai pH terdeteksi
4	LCD 20x4	Menampilkan Nilai sensor	Nilai sensor berhasil ditampilkan
5	Mosfet module	Mengatur pompa	Berhasil mengendalikan nyala/mati sesuai kode program
6	Pompa pH	Menerima data dari Arduino	Menyala ketika pH kurang dari 6,0 atau lebih dari 7,0
7	Pompa Nutrisi	Menerima data dari Arduino	Menyala ketika nutrisi kurang dari 560 -840 ppm
8	Power Supply	Menerima daya dari arus AC	Menyala sensor dan pompa ketika Power Supply diberikan arus AC

Data pada Tabel I menunjukkan bahwa secara fungsional alat yang dibuat telah berjalan sesuai dengan *flowchart* yang telah dibuat pada tahap perancangan. Semua komponen yang digunakan telah berjalan sesuai dengan fungsinya masing-masing sehingga pengujian dapat dilanjutkan dengan pengujian kinerja alat.

B. Pengujian Kinerja Alat

Pengujian kinerja alat yang dilakukan adalah melihat nilai nutrisi dan pH, serta perbandingan dengan TDS meter untuk membandingkan nilai nutrisi (ppm) dan pH meter untuk membandingkan nilai pH. Pengujian Sensor pH dengan pH meter yang dilakukan dilihat pada Gambar 17, sedangkan pengujian Sensor TDS dengan TDS meter yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 17. pH meter dan Sensor pH

Dapat dilihat pada Gambar 17, dimana nilai dari pH meter yaitu 5,4 sedangkan nilai dari sensor pH yaitu 5,48, jika nilai pH berada dibawah 6,0 maka tampilan di LCD pada tulisan PU atau pH *up* akan membaca nilai 1 yang berarti pompa larutan pH *up* akan menyala hingga nilai pH berada diantara 6,0 sampai 7,0 setelah itu pompa akan mati dan nilai pada LCD akan memperbaharui, Begitu pula pada saat nilai pH berada diatas 7,0 maka tampilan di LCD pada tulisan PD atau pH *down* akan membaca nilai 1 yang berarti pompa larutan pH *down* akan menyala hingga nilai pH berada diantara 6,0 sampai 7,0 setelah itu pompa akan mati dan nilai pada LCD akan memperbaharui. Sedangkan jika nilai pH berada diantara 6,0 sampai 7,0 maka tampilan di LCD pada tulisan PD dan PU akan membaca nilai 0 yang berarti kedua pompa larutan pH *down* atau pH *down* tidak akan menyala.



Gambar 18. TDS Meter dan Sensor TDS

Dapat dilihat pada Gambar 18, dimana nilai dari TDS meter yaitu 550 ppm sedangkan nilai dari sensor TDS yaitu 551 ppm, jika nilai TDS berada diatas 560 maka tampilan di LCD pada tulisan NA (Nutrisi A) dan NB (Nutrisi B) akan membaca nilai 1 yang berarti pompa larutan Nutrisi A dan Nutrisi B akan menyala secara bersamaan hingga nilai TDS berada diantara 560 sampai 840 ppm setelah itu pompa akan mati dan nilai pada LCD akan memperbaharui, sedangkan nilai TDS berada diantara 560 sampai 840 ppm maka tampilan di LCD pada tulisan NA (Nutrisi A) dan NB (Nutrisi B) akan membaca nilai 0 yang berarti pompa larutan Nutrisi A dan Nutrisi B tidak akan menyala. Selain itu menguji kesesuaian antara TDS meter dengan sensor TDS dan menguji kondisi nyala atau matinya pompa dengan *flowchart* yang telah dibuat sebelumnya.

Tabel pengujian nilai nutrisi pada Pengontrol PH dan Nutrisi Tanaman Selada Hidroponik Sistem NFT di BBP2TP dengan membandingkan sensor TDS dan TDS meter berstandar dapat dilihat pada Tabel II.

TABEL II. PENGUJIAN NILAI NUTRISI

Pengujian	Waktu	Sensor TDS (ppm)	TDS Meter (ppm)	Selisih	Pompa A dan B
1	20:32	520	550	30	on
2	20:42	655	653	2	off
3	20:52	658	659	1	off
4	21:02	655	661	6	off
5	21:12	655	661	6	off
6	21:22	652	661	9	off
7	21:32	652	661	9	off
8	21:42	650	661	11	off
9	21:52	650	659	9	off
10	22:02	647	656	9	off
Rata-rata		639,4	648,2	9,2	

Tabel II adalah data hasil pengujian perbandingan jumlah nilai nutrisi pada alat yang berada di BBP2TP. Pengujian tersebut dilakukan pada selasar Tagrinov secara langsung. Pengujian alat ini dilakukan pada tandon air di selasar tersebut dan data diambil setiap 10 menit sekali. Pengujian ini dilakukan pada pukul 20:32 – 22:02 WIB. Alasan pengujian dilakukan pada jam tersebut untuk mempermudah melihat nilai nutrisi yang belum ditambahkan pada pagi harinya dan adanya pengaruh suhu yang stabil pada malam hari yaitu 25°C. Ketika nilai nutrisi pada tandon air nutrisi kurang 560 sampai 840 ppm maka otomatis pompa nutrisi A dan B akan mengalirkan cairan nutrisi dari tandon cairan nutrisi A dan B secara bersamaan. Nutrisi pada tandon air sudah mencapai nilai lebih dari 560 sampai 840 ppm secara otomatis pompa A dan B akan mati.

Pada pengujian pertama sensor TDS membaca nilai nutrisi 520 ppm, TDS meter membaca 550 ppm dan memiliki selisih 30 ppm dikarenakan kurang pengadukan nutrisi pada saat pengujian sehingga nilai selisih memiliki perbandingan yang cukup jauh dan nilai nutrisi berada dibawah 560 ppm maka pompa nutrisi A dan Nutrisi B akan Menyala hingga nilai nutrisi diantara 550 ppm sampai 840 ppm. Hasil pengujian lainnya juga didapatkan selisih antara sensor TDS dan TDS meter bermacam-macam pada setiap pengambilan data pada waktu yang berbeda dikarenakan pengadukan nutrisi sudah merata sehingga selisih antara TDS meter dan Sensor TDS tidak terlalu jauh.

Jadi rata-rata nilai kesalahan daripembacaan nutrisi pada alat pengontrol pH dan nutrisi sebesar 9,2 atau 1,3 %. Nilai kesalahan masih dibawah batas toleransi pembacaan sensor TDS DF Robot Gravity V1.0 sebesar 10%. Dari hasil percobaan nutrisi dapat disimpulkan alat telah berhasil mengontrol jumlah nutrisi pada hidroponik tanaman selada.

Pengujian nilai pH dengan membandingkan sensor pH dan pH meter berstandar dapat dilihat pada Tabel III.

TABEL III. PENGUJIAN NILAI PH

Pengujian	Waktu	Sensor PH	PH Meter	Selisih	Pompa pH up	Pompa pH down
1	18:57	5,4	5,4	0	on	off
2	19:07	6,3	6,3	0	off	off
3	19:17	6,3	6,3	0	off	off
4	19:27	6,4	6,4	0	off	off
5	19:37	7,9	7,7	0,2	off	on
6	19:47	7,3	7,2	0,1	off	on
7	19:57	6,9	6,9	0	off	off
8	20:07	6,9	6,9	0	off	off
9	20:17	6,8	6,8	0	off	off
10	20:27	6,6	6,5	0,1	off	off
Rata-rata		6,68	6,64	0,04		

Tabel III adalah data hasil pengujian perbandingan jumlah nilai pH pada alat yang dibuat. Pengujian alat ini dilakukan pada tandon air. Data diambil setiap 10 menit sekali. Pengujian ini dilakukan pada pukul 19:17 – 20:27 WIB. Alasan pengujian dilakukan pada jam tersebut karena menyesuaikan dengan pengujian nilai nutrisi. Ketika nilai pH nutrisi berada pada 6,0 sampai 7,0 maka otomatis pompa pH up dan pompa pH down akan mati secara otomatis. Nilai pH yang terbaca kurang dari 6,0 maka pompa larutan pH up akan mengalirkan secara otomatis hingga nilai pH berada diantara 6,0 sampai 7,0, sedangkan ketika nilai pH lebih dari 7,0 maka pompa larutan pH down akan mengalir secara otomatis hingga nilai pH berada diantara 6,0 sampai 7,0.

Pada pengujian pertama sensor pH membaca nilai 5,4, pH meter membaca 5,4 dan memiliki selisih 0, dikarenakan nilai pH dan pH meter kurang dari 6,0, pompa pH up atau pompa menaikkan pH akan menyala hingga nilai pH berada diantara 6,0 sampai 7,0. Selanjutnya pengujian kelima dimana sensor pH membaca 7,9, pH meter membaca 7,7 dan memiliki selisih 0,2, dikarenakan nilai pH dan pH meter lebih dari 7,0, pompa pH down atau pompa menurunkan pH akan menyala hingga nilai pH berada diantara 6,0 sampai 7,0. Hasil pengujian lainnya juga didapatkan selisih antara sensor pH dan pH meter bermacam-macam pada setiap pengambilan data pada waktu yang berbeda.

Jadi rata-rata nilai kesalahan dari pembacaan sensor pH dan PH meter sebesar 0,04. Nilai kesalahan masih dibawah batas toleransi pembacaan sensor pH DF Robot V1.1 yaitu sebesar 0,1. Dari hasil percobaan pH dapat disimpulkan alat telah berhasil mengontrol jumlah pH nutrisi hidroponik tanaman selada.

Pada Tabel IV dapat dilihat mengenai kondisi sensor pada saat keadaan tertentu dan juga kondisi alat untuk menghasilkan keterangan apakah pengujian alat berhasil atau tidak berhasil. Hasil pengujian alat dinyatakan berhasil karena kondisi alat dan kondisi sensor dapat berjalan sesuai dengan fungsinya yakni dapat mendeteksi nilai pH dan juga nilai air nutrisi tanaman hidroponik yang pada fungsinya yakni apabila pada saat keadaan tertentu

saat nilai pH kurang dari 6,0 maka pompa pH up akan menyala sebaliknya saat nilai pH lebih dari 7,0 maka pompa pH down akan menyala dan pompa nutrisi A dan nutrisi B akan menyala pada saat nilai nutrisi kurang dari 560 ppm.

TABEL IV. HASIL PENGUJIAN

No	Keadaan Proses	Kondisi Sensor	Kondisi Alat	Keterangan
1	Sensor mendeteksi nilai nutrisi	TDS Sensor Mendeteksi nilai nutrisi > 560 ppm	Nilai nutrisi akan tampil pada layar LCD 20x4	Berhasil
2	Sensor mendeteksi nilai nutrisi	TDS Sensor Mendeteksi nilai nutrisi < 560 ppm	Nilai nutrisi akan tampil pada layar LCD 20x4 dan pompa nutrisi A dan nutrisi B akan menyala	Berhasil
3	Sensor mendeteksi nilai pH nutrisi	pH Sensor Mendeteksi nilai pH nutrisi > 7,0	Nilai pH nutrisi akan tampil pada layar LCD 20x4 dan pompa pH down akan menyala	Berhasil
4	Sensor mendeteksi nilai pH nutrisi	pH Sensor Mendeteksi nilai pH nutrisi < 6,0	Nilai pH nutrisi akan tampil pada layar LCD 20x4 dan pompa pH up akan menyala	Berhasil

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil Penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa alat Pengontrol PH dan Nutrisi Tanaman Selada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino Mega 2560 telah berhasil dibuat dan digunakan di BBP2TP. Alat ini dapat mengatur pH dan nutrisi pada tanaman selada hidroponik sesuai kadar yang telah ditentukan. Data nilai pH dan nutrisi dapat dilihat melalui LCD 20x4. Berdasarkan pengujian sensor, alat ini dapat membaca nilai nutrisi dan pH dengan nilai kesalahan rata-rata sebesar 0,04 dari nilai batas toleransi pembacaan sensor pH DF Robot V1.1 yaitu 0,1, sedangkan sensor TDS memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar 1,3% dari nilai batas toleransi sensor TDS DF Robot Gravity V1.0 yaitu 10%. Sensor pH dan TDS sudah dikalibrasikan dan disesuaikan dengan pH meter dan TDS Meter yang dijual pada umumnya

Kekurangan dari alat ini adalah tidak ada aktuator sebagai pengaduk pada tandon nutrisi. Hal ini dapat menyebabkan nilai dari sensor kurang stabil.

REFERENSI

[1] M. Majid, J. N. Khan, Q. M. Ahmad Shah, K. Z. Masoodi, B. Afroza, and S. Parvaze, "Evaluation of hydroponic systems for the cultivation of Lettuce (*Lactuca sativa* L., var. Longifolia) and comparison with protected soil-based cultivation," *Agric. Water Manag.*, vol. 245, no. October 2020, p. 106572, 2021, doi: 10.1016/j.agwat.2020.106572.

[2] C. Eigenbrod and N. Gruda, "Urban vegetable for food security in cities. A review," *Agron. Sustain. Dev.*, vol. 35, no. 2, pp. 483–498, 2015, doi: 10.1007/s13593-014-0273-y.

[3] A. R. Prazeres, A. Albuquerque, S. Luz, E. Jerónimo, and F. Carvalho, "Hydroponic System: A Promising Biotechnology for Food Production and Wastewater Treatment," in *Food Biosynthesis*, Elsevier, 2017, pp. 317–350.

[4] R. da Silva Cuba Carvalho, R. G. Bastos, and C. F. Souza,

"Influence of the use of wastewater on nutrient absorption and production of lettuce grown in a hydroponic system," *Agric. Water Manag.*, vol. 203, no. March, pp. 311–321, 2018, doi: 10.1016/j.agwat.2018.03.028.

[5] B. Sani, *Hidroponik*. Jakarta: Penebar Swadaya, 2015.

[6] N. Sharma, S. Acharya, K. Kumar, N. Singh, and O. P. Chaurasia, "Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: An overview," *J. Soil Water Conserv.*, vol. 17, no. 4, p. 364, 2018, doi: 10.5958/2455-7145.2018.00056.5.

[7] W. Wang, Y. Ma, L. Fu, Y. Cui, and Y. Majeed, "Physical and mechanical properties of hydroponic lettuce for automatic harvesting," *Inf. Process. Agric.*, no. xxxx, 2021, doi: 10.1016/j.inpa.2020.11.005.

[8] B. Cahyono, *Teknik Budidaya Daya dan Analisis Usaha Tani Selada*. Semarang: CV. Aneka Ilmu, 2014.

[9] Z. Li *et al.*, "A high-precision detection method of hydroponic lettuce seedlings status based on improved Faster RCNN," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 182, no. October 2020, 2021, doi: 10.1016/j.compag.2021.106054.

[10] S. T. Magwaza, L. S. Magwaza, A. O. Odindo, A. Mditshwa, and C. Buckley, "Partially treated domestic wastewater as a nutrient source for tomatoes (*Lycopersicon solanum*) grown in a hydroponic system: effect on nutrient absorption and yield," *Heliyon*, vol. 6, no. 12, p. e05745, 2020, doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e05745.

[11] S. G. Verdoliva, D. Gwyn-Jones, A. Detheridge, and P. Robson, "Controlled comparisons between soil and hydroponic systems reveal increased water use efficiency and higher lycopene and β -carotene contents in hydroponically grown tomatoes," *Sci. Hortic. (Amsterdam)*, vol. 279, p. 109896, 2021, doi: 10.1016/j.scienta.2021.109896.

[12] J. Chen *et al.*, "Ramie BnALDH genes and their potential role involved in adaptation to hydroponic culturing condition," *Ind. Crops Prod.*, vol. 157, no. September, p. 112928, 2020, doi: 10.1016/j.indcrop.2020.112928.

[13] M. J. Kwon *et al.*, "Waste nutrient solutions from full-scale open hydroponic cultivation: Dynamics of effluent quality and removal of nitrogen and phosphorus using a pilot-scale sequencing batch reactor," *J. Environ. Manage.*, vol. 281, no. November 2020, p. 111893, 2021, doi: 10.1016/j.jenvman.2020.111893.

[14] S. Smoleń, I. Kowalska, and W. Sady, "Assessment of biofortification with iodine and selenium of lettuce cultivated in the NFT hydroponic system," *Sci. Hortic. (Amsterdam)*, vol. 166, pp. 9–16, 2014, doi: 10.1016/j.scienta.2013.11.011.

[15] S. Smoleń, I. Ledwozyw-Smoleń, M. Halka, W. Sady, and P. Kováčik, "The absorption of iodine from 5-iodosalicylic acid by hydroponically grown lettuce," *Sci. Hortic. (Amsterdam)*, vol. 225, no. June, pp. 716–725, 2017, doi: 10.1016/j.scienta.2017.08.009.

[16] S. Smoleń *et al.*, "The effect of salicylic acid on biofortification with iodine and selenium and the quality of potato cultivated in the NFT system," *Sci. Hortic. (Amsterdam)*, vol. 240, no. March, pp. 530–543, 2018, doi: 10.1016/j.scienta.2018.06.060.

[17] D. Z. Vidiyanto, S. Fatimah, and C. Wasonowati, "Penerapan Panjang Talang Dan Jarak Tanam Dengan Sistem Hidroponik NFT (Nutrient Film Technique) Pada Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*)," *Agrogivor*, vol. 6, no. 2, pp. 128–135, 2006.

[18] Sari, E. Kitty, Y. Dwiranti, and Astari, "Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT) Dan Wick Pada Penanaman Bayam Merah," *Surya Octag. Interdiscip. J. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 2460–8777, 2016.

[19] A. Wahyuningsih and S. Fajriani, "KOMPOSISI NUTRISI DAN MEDIA TANAM TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa* L.) SISTEM HIDROPONIK THE NUTRITION AND GROWTH MEDIA COMPOSITION ON THE GROWTH AND YIELD OF PAKCOY (*Brassica rapa* L.) USING

- HYDROPONICS SYSTEM,” *J. Produksi Tanam.*, vol. 4, no. 8, pp. 595–601, 2016.
- [20] J. Arifin, L. N. Zulita, and Hermawansyah, “Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560,” *J. Media Infotama*, vol. 12, no. 1, pp. 89–98, 2016, [Online]. Available: <https://jurnal.unived.ac.id/index.php/jmi/article/view/276/257>.
- [21] G. Imaduddin and A. Saprizal, “Larutan Dan Suhu Air Kolam Ikan Pada Pembenuhan Ikan Lele,” *J. Sist. Informasi, Teknol. Inform. dan Komput.*, vol. 7, no. 2, 2017.
- [22] M. Fakhruzzaini and H. Aprilianto, “Sistem Otomatisasi Pengontrolan Volume dan pH Air Pada Hidroponik,” *Jutisi*, vol. 6, no. 1, pp. 1335–1344, 2017.