



## RANCANG BANGUN PEMBERIAN NUTRISI OTOMATIS PADA BUDIDAYA HIDROPONIK BERBASIS MIKROKONTROLER

Mulkan Iskandar Nasution dan Mariana Yunita Sari Harahap

Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

[mulkaniskandar@uinsu.ac.id](mailto:mulkaniskandar@uinsu.ac.id)

Diterima: Agustus 2022. Disetujui: September 2022. Dipublikasikan: Oktober 2022

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian Rancang Bangun Pemberi Nutrisi Otomatis Dengan Metode *The Nutrient Film Technique* (NFT) Pada Budidaya Hidroponik Berbasis ATMega32 yang bertujuan: (i) Untuk mengetahui perancangan sistem pemberi nutrisi otomatis pada budidaya hidroponik, (ii) Untuk mengontrol wadah larutan nutrisi pada budidaya hidroponik dan (iii) Untuk memantau suhu dan kelembaban pada tanaman hidroponik. Pada penelitian ini menggunakan metode *the nutrient film technique* (NFT) dengan menggunakan alat mikrokontroler yaitu ATMega32 sebagai kontroler, sensor konduktivitas, sensor ultrasonik, sensor suhu dan kelembaban, pompa peristaltik serta diujikan pada tanaman sawi pakcoy. Dari hasil pengujian di dapatkan nilai konduktivitas sesuai dengan yang diinginkan yaitu mencapai batas nilai  $\pm 2000 \mu\text{S}$  yang telah diatur sebagai nilai maksimal nilai konduktivitas larutan tanaman sawi pakcoy sehingga alat ini dapat menjaga nilai konduktivitas nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan tanaman tersebut. Pengontrolan wadah larutan nutrisi bekerja secara baik tidak pernah melewati batas bawah sehingga larutan dapat stabil karena pompa air bekerja secara baik. Pompa nutrisi aktif sebanyak 6 kali dan pompa air aktif seterusnya agar aliran air terus mengalir. Pemantauan suhu dan kelembaban pada alat ini bekerja dengan baik, dimana suhunya  $27^\circ\text{C}$  dan kelembabannya 90 % yang ditampilkan pada layar LCD

**Kata Kunci:** ATMega32, Sensor Konduktivitas, Sensor Suhu dan Kelembaban, Sensor Ultrasonik, Pompa Peristaltik.

### ABSTRACT

*Research has been carried out on the Design of Automatic Nutrients with The Nutrient Film Technique (NFT) Method in ATMega32-Based Hydroponic Cultivation which aims: (i) To determine the design of an automatic nutrition system in hydroponic cultivation, (ii) To control the nutrient solution container in hydroponic cultivation. and (iii) To monitor temperature and humidity in hydroponic plants. This research uses the nutrient film technique (NFT) method using a microcontroller, namely ATMega32 as a controller, conductivity sensor, ultrasonic sensor, temperature, and humidity sensor, and a peristaltic pump and tested on mustard Pak Choy plants. From the test results, it is found that the conductivity value is in accordance with the desired value, which is reaching the limit value of  $\pm 2000 \text{ S}$  which has been set as the maximum value of the conductivity value of the Pakcoy mustard plant solution so that this tool can maintain the nutritional conductivity value in*

*accordance with the needs of the plant. The control of the nutrient solution container works well and never exceeds the lower limit so that the solution can be stable because the water pump works well. The nutrient pump is active 6 times and the water pump is active so that the water flow continues to flow. Temperature and humidity monitoring on this tool work well, where the temperature is 27°C and the humidity is 90% which is displayed on the LCD screen.*

## PENDAHULUAN

Pertanian adalah salah satu hal yang penting bagi kehidupan masyarakat Indonesia. Pertanian merupakan mata pencarian bagi masyarakat yang semakin berkembang sejalan dengan meningkatnya permintaan terhadap kebutuhan masyarakat. Kawasan ini berperan sebagai penunjang ketersediaan pangan bagi masyarakat. Seiring dengan perkembangan kemajuan teknologi, sektor pertanian juga mengalami perkembangan. Kemajuan sistem pertanian diantaranya adalah kemudahan pola cocok tanam yaitu tanpa media tanah. Salah satu bercocok tanam tanpa media tanah ini salah satunya adalah sistem hidroponik. (Nugraha, 2017)

Salah satu cara yang ada untuk menanggulangi keterbatasan lahan adalah dengan metode hidroponik. Hidroponik adalah istilah yang digunakan untuk menjelaskan tentang cara bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai media pertanamannya. Beberapa kelebihan hidroponik antara lain tidak membutuhkan tanah yang luas, kualitas produk yang dihasilkan lebih baik dan higienis, penggunaan pupuk dan air yang efisien, mudah dalam pengendalian hama dan penyakit. (Pambudi, 2018)

Untuk mengurangi resiko penurunan kualitas tanaman sayur yang dihasilkan karena kurangnya ketepatan dan pemantauan dalam pemeliharaan, dengan memanfaatkan teknologi yang ada kedalam sistem hidroponik dapat mempermudah pemeliharaan tanaman. Pemantauan pemeliharaan tanaman dapat dilakukan secara otomatis sehingga menjadi lebih mudah, cepat dan akurat baik dari segi waktu dan tenaga.

Perkembangan teknologi terus berkembang dan hasil teknologi tersebut semakin meningkat banyak menggunakan sistem-sistem yang canggih, beberapa di

antaranya sistem kendali, sistem deteksi dan sistem monitoring, di mana hampir seluruh sistem yang dibuat telah dilengkapi dengan kerjanya yang serba otomatis.

Mikrokontroler yang digunakan dalam penelitian ini adalah ATmega32 karena *clock* kerjanya tinggi sampai 16 MHz, ukuran flash memorinya cukup besar, kapasitas RAM sebesar 2 KiloByte, 32 buah port I/O yang sangat memadai untuk berinteraksi dengan LCD dan Buzzer. ATmega 32 adalah mikrokontroler 8 bit CMOS rendah konsumsi daya berdasarkan arsitektur RISC. Dengan mengeksekusi instruksi yang dalam siklus *clock* tunggal, ATmega32 mencapai dan mendekati 1 MIPS per MHz memungkinkan sistem desainer untuk mengoptimalkan konsumsi daya terhadap kecepatan pemrosesan.

Hidroponik dirancang dengan metode *Nutrient Film Technique* dikembangkan oleh Dr. Allen Cooper pada tahun 1970 di Inggris, yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas sayuran sepanjang tahun. Pada teknik ini, larutan nutrisi mengalir melalui bedengan atau talang yang berisi akar-akar tanaman. Larutan bersirkulasi secara terus menerus selama 24 jam atau diatur pada waktu-waktu tertentu dengan pengatur waktu. Sebagian akar tanaman terendam dalam larutan nutrisi tersebut, sebagian lagi berada di atas permukaan larutan. Pada daerah akar yang ideal merupakan hal penting dalam peningkatan produksi tanaman. Keuntungan dari metode ini antara lain adalah volume larutan hara yang dibutuhkan lebih rendah dibandingkan kultur air lainnya, lebih mudah untuk mengatur suhu di sekitar perakaran tanaman (menaikkan atau menurunkan suhu), lebih mudah untuk mengontrol hama dan penyakit, kepadatan tanaman per unit area lebih tinggi, dan hasil tanaman lebih bersih karena tidak ada sisa tanah atau media lainnya. Namun, terdapat juga

beberapa kerugian dari sistem ini, yakni patogen lebih mudah menyebar pada seluruh larutan, sehingga dalam waktu yang singkat tanaman akan mati, dan modal awalnya relatif lebih mahal. (Rosliani,2005).

Power supply merupakan peralatan elektronik yang dapat memberikan energi listrik ke beban. Fungsi utama dari power supply adalah untuk mengkonversi besaran nilai energi listrik kedalam besaran energi listrik lain. Power supply dapat mengkonversi tegangan maupun arus dari bentuk tegangan AC maupun DC. Pada kebutuhan sehari hari dan kebutuhan rumah tangga, power supply biasanya digunakan untuk mensuplai beban dengan arus DC seperti charger handphone, televisi, komputer, radio, dan lain lain. Fungsi utama dari power supply adalah sebagai alat yang mampu memberikan sebuah suplai arus listrik kepada semua komponen komputer yang sudah terpasang dengan baik, dimana arus listrik yang dihasilkan merupakan arus AC dan selanjutnya akan dirubah menjadi arus DC.

Konduktivitas adalah ukuran yang menyatakan kemampuan bahan dalam menghantarkan arus dalam hal ini cairan. Satuan dari konduktivitas ialah siemens atau mho yang merupakan kebalikan dari satuan resistansi yaitu  $\Omega$  (Ohm). Sensor ini digunakan untuk mengetahui konduktivitas air. Sensor ini memiliki dua batang besi yang saling sejajar secara paralel. Jarak antara keduanya sekitar 1 cm dengan panjang besi 5,5 cm. *Conductivity meter* adalah alat untuk mengukur nilai konduktivitas listrik (*specific/electric conductivity*) suatu larutan atau cairan. Nilai konduktivitas listrik sebuah zat cair menjadi referensi atas jumlah ion serta konsentrasi padatan (*Total Dissolved Solid / TDS*) yang terlarut di dalamnya (Ulfah, 2018).

Sensor kelembaban kapasitif dan thermistor untuk mengukur udara di sekitarnya, dan keluar sinyal digital pada pin data. Suhu kamar & kelembaban akan dicetak ke monitor serial. DHT22 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. Sensor ini sangat mudah digunakan bersama dengan Arduino dengan memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. DHT22 termasuk

sensor yang memiliki kualitas terbaik, dinilai dari respon, pembacaan data yang cepat, dan kemampuan anti-interference.

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik). Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz.

Pompa peristaltik merupakan jenis pompa perpindahan positif yang digunakan untuk memompa berbagai cairan. Tabung fleksibel yang dipasang melingkar di dalam *casing* pompa mengandung fluida. Sebuah baling-baling dengan sejumlah kawat penggulung, penyeka, atau lekukan melekat pada lingkaran luar baling-baling tabung fleksibel. Ketika baling-baling bergerak, bagian bawah tabung akan tertekan dan terjepit sehingga menjadi tertutup, dan akhirnya akan memaksa cairan yang akan dipompa untuk bergerak melalui tabung. Setelah itu, tabung akan terbuka seperti keadaan semula. Setelah meninggalkan roda, aliran fluida akan diinduksi ke pompa.

Buzzer merupakan suatu alat yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi sinyal suara. Pada umumnya buzzer digunakan untuk alarm, karena penggunaannya cukup mudah yaitu dengan memberikan tegangan input maka buzzer akan mengeluarkan bunyi.

RTC (*Real Time Clock*) adalah IC yang dibuat oleh perusahaan Dallas semikonduktor merupakan sebuah IC yang dapat digunakan sebagai pengatur waktu yang meliputi detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan dan tahun. LCD yang bisa menampilkan karakter/teks dan LCD yang bisa menampilkan gambar (LCD grafik).

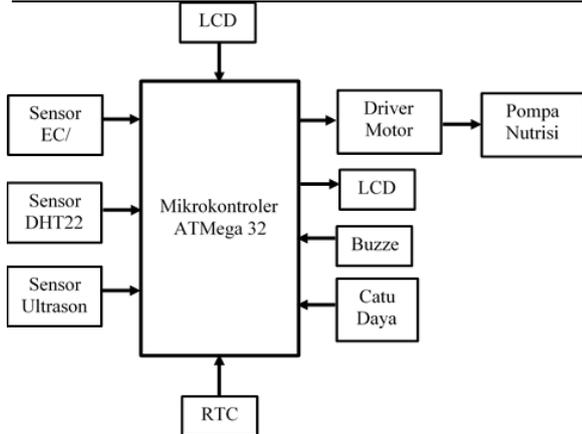
## METODE PENELITIAN

Untuk mempermudah dalam mempelajari dan memahami cara kerja alat ini, maka sistem perancangan dibuat berdasarkan diagram blok dimana tiap blok mempunyai fungsi dan cara kerja tertentu.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

EC Alat ( $\mu\text{S/cm}$ )	EC Meter ( $\mu\text{S/cm}$ )	% Error
182	184	1,08
872	864	0,93
1092	1160	5,86
1373	1450	5,31
1608	1676	4,06
Rata-rata % Error		3,45



**Gambar 1.** Diagram Blok Alat Keseluruhan

Seluruh kinerja pada sistem rangkaian telah di kendalikan oleh program pengendali yang bekerja sesuai dengan perintah yang diatur oleh perangkat lunak yang telah diunduh pada mikrokontroler ATmega32. Sensor Konduktivitas difungsikan untuk sensor ini akan menghitung tingkat konduktivitas dengan cara membaca nilai tegangan yang diberikan dari batang besi tersebut. Nilai konduktivitasnya akan diteruskan ke mikrokontroler ATmega 32. Sensor DHT 22 berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembaban pada tanaman hidroponik. Sensor Ultrasonik berfungsi untuk melihat berapa jarak air yang dapat mengalir dari wadah nutrisi. Buzzer difungsikan untuk melihat wadah nutrisi akan habis. Driver Motor berfungsi untuk mengalirkan air baik pada proses penyiraman nutrisi dan keluar nya air, sehingga proses nya dapat merata sesuai kebutuhan tanaman. Pompa ini berfungsi untuk mengeluarkan air dari wadah air dan nutrisi. LCD berfungsi sebagai untuk menampilkan dari kerja sistem yang berbentuk tulisan karakter. Power supply difungsikan sebagai sumber tegangan dan arus pada seluruh sistem tanpa power supply sistem tidak dapat bekerja.

Tempe rature	Hygro meter	Selisih Pengukura n	Error (%)
28,0	28,3	0,3	1,06
28,0	28,2	0,2	0,66
29,0	29,2	0,2	0,66
29,0	29,1	0,1	0,33
32,0	31,3	0,7	2,33
Rata-rata error			1,0

#### 1. Pengujian Sensor Konduktivitas

Pengujian sensor yang dilakukan untuk melihat apakah sensor sudah bekerja dengan baiknya dan sesuai dengan program. Pengujian sensor dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor yang tampil pada LCD dengan hasil pengukuran menggunakan alat yang ada.

**Tabel 1.** Nilai EC larutan nutrisi

#### 2. Pengujian Sensor Suhu

Pada pengujian ini dilakukan membandingkan antara suhu dan kelembaban yang terukur menggunakan alat ukur suhu dan kelembaban sederhana dengan data suhu dan kelembaban yang di tampilkan pada LCD.

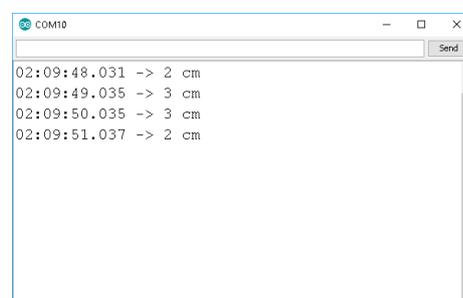
**Tabel 2.** Hasil Pengujian Sensor Suhu DHT 22

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Sensor Suhu DHT 22 Kelembaban

Kele mbab an	Hygr omet er	Selisih Pengukura n	Error (%)
86	80	6	6,25
86	89	3	3,37
87	89	2	2,24
87	89	2	2,24
88	89	1	1,12
Rata – rata error			3,04

#### 3. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pada pengujian sensor ultrasonik HCSR04 bertujuan untuk mengetahui keadaan sensor dan kebenaran pembacaan sensor.



**Gambar 1.** Pengujian Ultrasonik

**4. Pengujian Rangkaian LCD**

Pengujian LCD dilakukan bertujuan untuk mengetahui kondisi LCD yaitu dengan menghubungkan LCD ke konverter LCD sehingga LCD lebih simpel digunakan karena menggunakan komunikasi yaitu komunikasi yang menggunakan 2 kabel yaitu pin SDA dan SCL.

**Tabel 4.** Hasil Pengujian Tampilan LCD

Pin	Tegangan (V)
VSS	0
VDD	4.99
Vo	1.08
Rs	4.70
Rw	$6.4 \times 10^{-3}$
E	$17.3 \times 10^{-3}$
D0	4.98
D1	4.98
D2	4.98
D3	4.98
D4	$310 \times 10^{-3}$
D5	$233 \times 10^{-3}$
D6	$135 \times 10^{-3}$
D7	$125 \times 10^{-3}$
A	4.55
K	0

**5. Pengujian Real Time Clock**

Rangkain RTC 3231 digunakan untuk menghubungkan kerja dari RTC kedalam sistem kerja alat dengan cara menghubungkannya dengan mikrokontroler ATmega 32 yang digunakan dalam pembuatan alat ini.

**Tabel 5.** Pengujian RTC 3231

Pengujian ke	Waktu (Jam)	Waktu (RTC)	Selisih
1	14.00	14.01	1 menit
2	15.00	15.01	1 menit
3	16.00	16.01	1 menit

**6. Pengujian Buzzer**

Pengujian buzzer bertujuan untuk mengetahui buzzer dapat bekerja dengan baik. untuk pengujian buzzer dapat dilakukan dengan cara memprogram mikrokontroller.

**Tabel 6.** Pengujian Buzzer

No	Status buzzer	Volt inputan buzzer (volt)
1	Aktif	4.6
2	Non Aktif	0.0

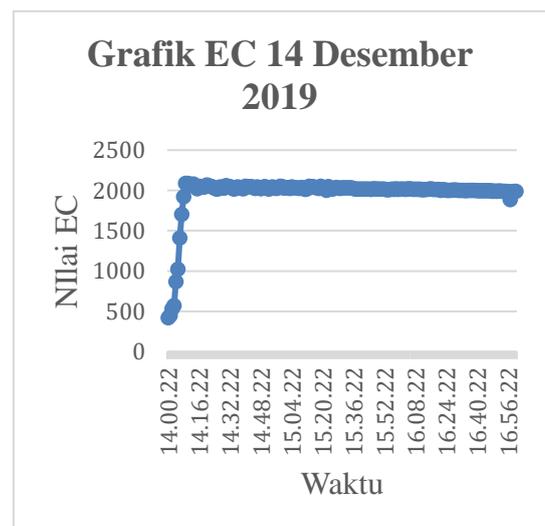
**7. Pengujian Pompa**

Karakterisasi driver motor dilakukan untuk mengetahui karakter atau gain dari driver motor tersebut. Hal tersebut diperoleh dengan mengamati tegangan keluaran dari driver motor terhadap perubahan *duty cycle* input driver motor, Pompa ini juga dihubungkan dengan mosfet agar dapat mengontrol tegangan dan arus untuk mengendalikan driver motor pompa peristaltik.

**Tabel 7.** Duty Cycle vs Tegangan

Duty Cycle (%)	Tegangan (V)
0	0
80	1,68
150	12

**Pembahasan**



**Gambar 2.** Grafik saat melakukan pengontrolan EC

Pada gambar grafik 2 dapat dilihat bahwa grafik saat melakukan pengontrolan EC. Data yang dicatat adalah 3 jam dalam sehari dengan range waktu 1 menit untuk sekali pengukuran. Hal ini dilakukan untuk melihat respon dari alat pada kondisi yang baru diukur. Dari pengujian didapatkan hasil yang cukup baik karena alat mampu menjaga nilai konduktivitas sesuai dengan yang diinginkan. Dari grafik dapat dilihat ketika nilai konduktivitas air nutrisi budi daya hidroponik menurun sekitar  $<1200\mu\text{S}/\text{cm}$  maka alat secara otomatis akan mengaktifkan pompa nutrisi sehingga mencapai nilai  $\pm 2000\mu\text{S}/\text{cm}$  yang telah diatur sebagai nilai maksimal EC larutan untuk tanaman sawi pakcoy.

Pompa air juga bekerja dengan baik karena kondisi larutan nutrisi tidak pernah melewati batas bawah sehingga larutan dapat stabil dan apabila larutan nutrisi akan habis maka buzzer nyala maka perlu menambahkan nutrisi agar tanaman dapat tumbuh secara baik. Pompa nutrisi aktif sebanyak 6 kali dan pompa air aktif seterusnya agar alir terus menerus mengalir.

Suhu dan kelembaban tanaman terpantau secara *real time*. Waktu penelitian dilakukan dari pukul 14.00–17.00 sehingga didapatkan suhu sekitar  $26^{\circ}\text{C}$ – $28^{\circ}\text{C}$ , pada suhu  $26^{\circ}\text{C}$ – $28^{\circ}\text{C}$  pertumbuhan tanaman tidak dapat berkembang dengan baik. Suhu normal yang baik bagi tanaman untuk tumbuh adalah  $21^{\circ}\text{C}$ – $23^{\circ}\text{C}$ , meskipun terdapat pengecualian untuk tanaman tertentu. Suhu yang tinggi atau suhu yang terus menerus sama untuk tanaman akan memberikan kesulitan pada pertumbuhan tanaman itu sendiri.

Kelembaban yang diperoleh pada penelitian ini sekitar 85-90% dimana kelembaban udara pada penelitian ini sesuai dengan kelembaban udara tanaman pakcoy. Kelembaban udara yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman berkisar antara 80-90%. Apabila lebih dari 90% berpengaruh buruk terhadap pertumbuhan tanaman. Kelembaban yang tidak sesuai dengan dikehendaki tanaman, menyebabkan stomata tertutup sehingga penyerapan  $\text{CO}_2$  terganggu. (Setiawan 2017).

## KESIMPULAN DAN SARAN

## Kesimpulan

Perancangan sistem pemberi nutrisi otomatis telah berhasil di rancang dengan nilai konduktivitas pada tanaman sawi pakcoy yang bekerja sesuai dengan larutan nutrisinya. Pengontrolan nilai konduktivitas ini dijaga rentang  $<1200\mu\text{S}$ .

Pada pengontrolan Wadah larutan nutrisi pompa air bekerja dengan baik karena kondisi larutan nutrisi tidak pernah melewati batas bawah sehingga larutan dapat stabil dan apabila larutan nutrisi akan habis maka buzzer akan menyala maka perlu penambahan nutrisi agar tanaman dapat tumbuh dengan baik. Pompa nutrisi aktif sebanyak 6 kali dan pompa air aktif seterusnya agar aliran air terus mengalir.

Pemantauan suhu dan kelembaban pada alat ini bekerja dengan baik, dimana suhunya  $27^{\circ}\text{C}$  dan kelembabannya 90 % yang ditampilkan pada layar LCD.

## Saran

Diharapkan untuk pengembangan selanjutnya pada saat pencampuran larutan nutrisi pada wadah sebaiknya ditambahkan kontroler on dan off pengaduk agar sistem pencampuran nutrisi merata, karena dalam penelitian ini pencampuran larutan dilakukan secara manual. Diharapkan untuk pengembangan selanjutnya ditambahkan pengujian pH agar alat dapat bekerja dengan sempurna.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah. dan Masthura., 2018. *Sistem Pemberian Nutrisi Dan Penyiraman Tanaman Otomatis Berdasarkan Real Time Clock Dan Tingkat Kelembaban Tanah Berbasis Mikrokontroler ATmega 32*. Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi, Vol. 2, No.2, 2018, 33- 41
- Brahmana, Inesti Rudangta., 2018. *Rancang Bangun Pemberian Nutrisi Tanaman Hidroponik Secara Otomatis Berbasis Visual Basic*. Program Studi D3 Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara Medan, Tugas Akhir.

- Debora, Mia. 2019. *Rancang Bangun Alat Pemberian Nutrisi Otomatis Berdasarkan Konduktivitas Air Pada Budidaya Hidroponik*. Departemen Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara Medan, Skripsi.
- Ilma, Fadhila Furqanaa. 2019. *Irrigation Scheduling Untuk Tanaman Selada Hidroponik Dengan Metode NFT Menggunakan Arduino*. Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, Skripsi, FT, UII, Yogyakarta.
- Karina, Nadia Al. 2017. *Perancangan Sistem Alir Larutan Nutrisi Otomatis pada Tanaman Hidroponik dengan Mikrokontroler Arduino Uno Berbasis Android*. Departemen Ilmu Komputer Universitas Sumatera Utara Medan, Skripsi.
- Marjoko. 2014. *Perancangan Stabilizer Tiga Fasa Dengan Penggerak Motor Servo Berbasis Mikrokontroler ATmega 32*. Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Bengkulu Universitas Bengkulu, Skripsi.
- Mujadin, Anwar, dkk. (2017). *Prototipe Pengendalian pH dan Elektro Konduktivitas Pada Cairan Nutrisi Tanaman Hidroponik*. Jurnal Al – Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi, Vol. 4, No. 1
- Nugraha, Fardian Hasbi., dkk. 2017. *Pengaturan Air dan Nutrisi Secara Otomatis Pada Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino*. Jurnal of Control and Network Systems, Vol 6 No.2 2017 (61-70).
- Rosliani, Rini dan Sumarni Nani. 2005. *Budidaya Tanaman Sayuran dengan Sistem Hidroponik*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Saputra, Indra., dkk. 2015. *Sistem Kendali Suhu, Kelembaban Dan Level Air Pada Pertanian Pola Hidroponik*. Jurnal Coding Sistem Komputer Untan Volume 03, No. 1 hal 1 – 10.
- Sari, Heni Puspita. 2016. *Rancang Bangun Pengaturan Suhu Serta Pemberian Nutrisi Pada Tanaman Hidroponik Berbasis Mikrokontroler ATmega 16*. Teknik Komputer Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang, Tugas Akhir.
- Ulfah, Rodhiana. 2018. *Pengukur Electro Conductivity Pada Larutan Nutrisi Hidroponik Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535*. Departemen Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara Medan, Skripsi.
- Wulansari, Asri Norma Dewi. 2012. *Pengaruh Macam Larutan Nutrisi Pada Hidroponik Sistem Rakit Apung Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Baby Kailan (Brassica Oleraceae Var. alboglabra)*. Program Studi Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta, Skripsi.
- Yunus, Muhammad. 2016. *Rancang Bangun Pengukuran Kekeruhan Air Dan Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis Arduino Uno R3*. Laporan Akhir Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.