

Perancangan Sistem Irigasi dan Kontrol Nutrisi Otomatis untuk Budidaya Tanaman dengan Teknik Hidroponik

Muhamad Giri Ginanjar, Rachmad Setiawan S.T, MT, Ir Tasripan, MT.
 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
 Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya

Abstrak – Penerapan teknologi pada bidang pertanian khususnya bidang hidroponik sangat dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan ekonomi. Dalam teknik hidroponik, lingkungan daerah pengakaran harus memenuhi syarat pertumbuhan optimal tanaman. Hal ini ditentukan oleh keadaan larutan dan sirkulasinya. Sistem pengairan yang dirancang menggunakan sensor EC dan sensor pH yang akan dikompensasi nilainya dengan sensor suhu. Data dari ketiga sensor tersebut digunakan sebagai input untuk kontrol PID. Output dari kontrol PID akan menentukan larutan apa yang akan ditambahkan ke dalam larutan nutrisi agar tercapai nilai pH dan EC yang diinginkan. Alat ini dirancang dengan menggunakan sistem hidroponik *Nutrient Film Technique (NFT)* dan dengan fleksibilitas dalam menentukan *setting* pH, EC, dan kecepatan aliran nutrisi. Sistem kontrol hidroponik yang dirancang secara garis besar sudah dapat mengejar nilai set point EC dan pH yang ditentukan dengan error rata – rata berkisar 500uS untuk EC dan 1 untuk pH. Secara elektronik sistem sudah berfungsi sesuai yang diharapkan. Kekurangan kinerja sistem dikarenakan sistem mekanik keran modifikasi dengan servo dan botol nutrisi yang kurang sempurna (terlalu berat, tidak seragam, terpengaruh gravitasi). Pengukuran nilai intensitas cahaya tidak berhasil mendekati nilai yang seharusnya sedangkan pengukuran suhu berhasil mengukur suhu dengan nilai error dibawah 1%.

Kata kunci: *pH, EC, Hidroponik, Kontroler PID*

1. PENDAHULUAN

Budidaya tanaman dengan teknik hidroponik dikembangkan untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman. Berkembang teknik hidroponik ini menjadi tantangan tersendiri bagi para peneliti di berbagai bidang. Selain itu teknik budidaya hidroponik merupakan bisnis yang menarik dan menawarkan keuntungan yang memadai.

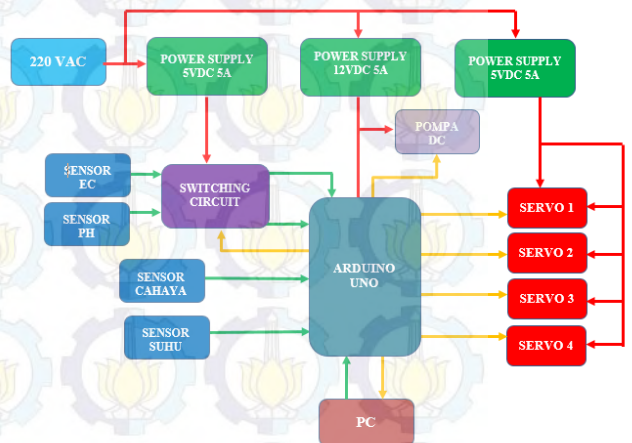
Dibandingkan dengan budidaya tanaman dengan media tanah, sistem hidroponik memiliki banyak kelebihan, yaitu:

1. Serangan hama dan penyakit cenderung jarang dan lebih mudah dikendalikan.
2. Penggunaan pupuk dan air lebih efisien.
3. Tidak ada kegiatan yang memerlukan tenaga intensif untuk pekerjaan berat seperti pengolahan tanah dan pemberantasan gulma

4. Larutan nutrisi tanaman dapat dipasok sesuai dengan tingkat kebutuhan tanaman.
5. Dapat diusahakan di lahan yang tidak subur maupun di lahan yang sempit.
6. Kebersihan lebih mudah dijaga dan terhindar dari penyakit yang berasal dari tanah.
7. Budidaya tanaman dapat dilakukan tanpa bergantung musim.

Dengan berbagai keuntungan dan kelebihan perlu adanya teknologi terapan yang dirancang untuk mendukung berkembangannya teknik hidroponik ini, hingga diharapkan teknik hidroponik ini dapat diaplikasikan secara efektif dan efisien dalam skala kecil maupun industri.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Blok Sistem.

2.1 Perancangan Sistem

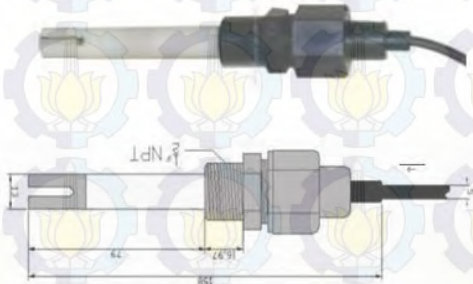
Sistem kontrol menggunakan arduino uno R3 sebagai mikroposessor untuk mengolah sinyal analog dan digital dari empat sensor (pH, EC, Suhu dan intensitas cahaya). Besaran pH dan EC digunakan sebagai input kontrol PID, besaran sensor suhu digunakan untuk mengkompensasi nilai pH dan EC sedangkan intensitas cahaya digunakan sebagai data tambahan.

Mikroprosesor Arduino Uno akan mengolah besaran – besaran tersebut menjadi nilai pH dan EC yang dapat digunakan kontroler PID. Setelah itu mikroprosesor akan mengeluarkan output yang akan mengontrol empat servo valve untuk mempertahankan atau mengejar nilai pH dan EC yang diinginkan. Servo valve menggunakan power supply eksternal karena

output dari arduino uno tidak sanggup mengontrol empat servo secara bersamaan.

Setelah nilai pH dan EC tercapai, mikroprosesor akan menghidupkan pompa sirkulasi dengan menggunakan sinyal PWM agar debit pompa dapat diatur dengan mudah. Semua perintah ke mikroprosesor dan data dari mikroprosesor akan diberikan dan ditampilkan di PC melalui software Delphi 7.

2.2 Sensor EC (Electrical Conductivity)



Gambar 2. Sensor EC.

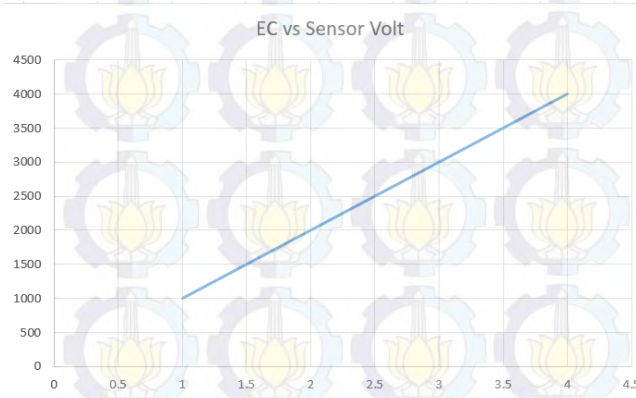
Sensor yang digunakan untuk mengukur konduktivitas larutan nutrisi adalah sensor yang dikeluarkan oleh OEMTDS. Sensor ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Power: 5 to 15vdc with power LED
- Range: 0-5 EC or (0-5000 micro/S)
- Accuracy: 2% error
- Temperature compensation: Yes
- EC electrode: k=1, submersible/ inline with 1-meter cable. Continuous monitoring. Industrial grade.
- Size: 3 " x 2" ABS enclosure

2.2.1 Pengambilan data EC.

Pengambilan data sensor EC dilakukan dengan membandingkan bacaan sensor dengan EC meter yang tersedia di pasaran.

Data diambil dengan menggunakan air keran yang dicampur dengan nutrisi hidroponik hingga didapat nilai EC dari 470 hingga 3000. Pengambilan data dilakukan dengan mengambil 5 data dengan rentan antara 1000-5000 uSiemens.



Gambar 5. EC (uSiemens) vs Sensor output (Volt).

2.3 Sensor pH

Modul sensor pH yang digunakan dalam sistem ini adalah modul sensor pH yang dikeluarkan oleh dFRobot. Modul ini berisi sensor pH dan rangkaian instrumentasi dengan output sinyal analog.



Gambar 6. Sensor pH.

VOLTAGE (mV)	pH value	VOLTAGE (mV)	pH value
414.12	0.00	-414.12	14.00
354.96	1.00	-354.96	13.00
295.80	2.00	-295.80	12.00
236.64	3.00	-236.64	11.00
177.48	4.00	-177.48	10.00
118.32	5.00	-118.32	9.00
59.16	6.00	-59.16	8.00
0.00	7.00	0.00	7.00

Gambar 7. Karakteristik Sensor pH.

2.3.1 Pengambilan data pH.

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan air keran yang dinaik dan diturunkan nilai pH nya dengan menggunakan larutan penaik dan penurun pH dengan hasil sebagai berikut.

No	PH	Vout (V)	No	PH	Vout (V)
1	1	0,227	8	8	2,258
2	2	0,521	9	9	2,548
3	3	0,810	10	10	2,837
4	4	1,100	11	11	3,127
5	5	1,390	12	12	3,417
6	6	1,679	13	13	3,706
7	7	1,969	14	14	3,996

2.4 Sensor Suhu

Sensor yang digunakan untuk mengukur suhu larutan nutrisi adalah sensor suhu DS18B20. Sensor ini adalah thermometer digital yang memberikan 9-12 bit data temperature digital dalam celcius. Sensor ini tidak membutuhkan power supply eksternal (mode parasite) karena sensor ini langsung mengambil daya dari jalur data.



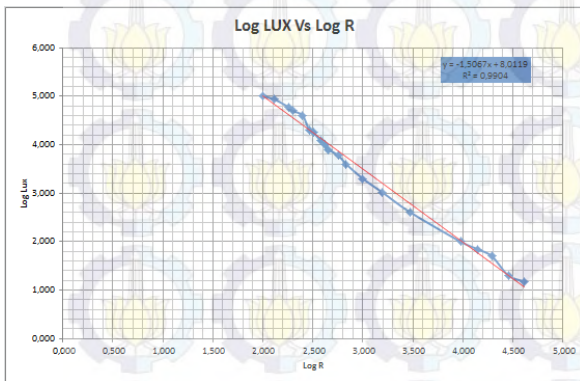
Gambar 7. Sensor DS18B20.

2.5 Sensor Intensitas Cahaya.

Sensor yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya adalah LDR (Light Dependent Resistor). Sensor ini berubah nilai resistansinya ketika terpapar oleh cahaya. Sebelum digunakan LDR harus dicari karakteristiknya karena setiap LDR memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Pengkarakteristikan LDR dilakukan dengan cara mencari hubungan antara nilai resistansi LDR dan nilai Intensitas cahaya yang didapat dengan menggunakan lux meter.

2.5.1 Pengambilan data Intensitas cahaya.

LDR dihubungkan dengan rangkaian pembagi tegangan, semakin tinggi intensitas cahaya maka semakin kecil resistansi LDR, dengan demikian semakin tinggi output tegangan.



Gambar 8. Grafik Lux vs Ohm dalam skala log.

Grafik pendekatan diatas mempunyai persamaan umum :

$$\log_{10}(lux) = m \times \log_{10}(R) + c$$

$$10^{\log_{10}(lux)} = 10^{m \times \log_{10}(R) + c}$$

Dengan penyederhaan menjadi,

$$\begin{aligned} lux &= 10^{m \times \log_{10}(R)} \times 10^c \\ &= 10^{(\log_{10}(R))^m} \times 10^c \\ lux &= R^m \times 10^c \end{aligned}$$

Fungsi resistansi terhadap intensitas cahaya untuk LDR yang digunakan menjadi,

$$lux = R^{-1,5067} \times 10^{8,0119}$$

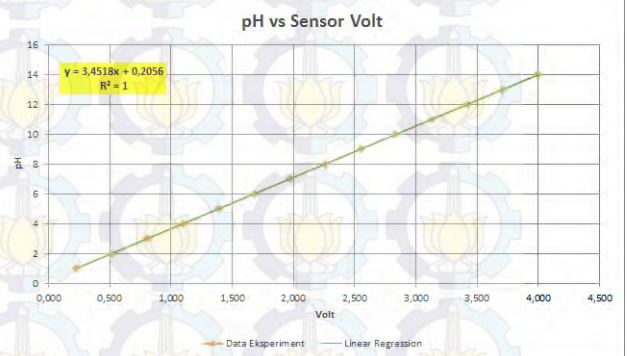
3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Sensor EC

No.	ec meter	arduino	error
1	498	550	-52
2	2944	2890	54
3	1136	1215	-79
4	1510	1600	-90
5	2030	2107	-77
6	2630	2620	10

Dari hasil verifikasi diatas terlihat bahwa hasil pembacaan sensor yang dirancang tidak berbeda terlalu jauh dari EC meter yang tersedia di pasaran. Perbedaan pembacaan disebabkan oleh kualitas sensor yang digunakan jauh berbeda.

3.2 Sensor pH



Gambar 8. Hasil pengujian sensor pH.

Dari data diatas terlihat bahwa respon dari sensor pH yang digunakan linear dan sangat dekat dengan nilai pH yang seharusnya. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan pH buffer sebagai nilai acuan.

3.3 Sensor Suhu

Pengujian sensor suhu dilakuakn dengan membandingkan bacaan sensor yang dipakai dengan bacaan alat ukur lain yang teruji dan terkalibrasi secara berkala. Dalam pengujian ini alat ukur yang dijadikan acuan adalah thermometer fluke.

Hasil pengujian sensor suhu DS18B20 adalah sebagai berikut.

No.	Fluke	DS18B20	error	% error
1	28,5	28,76	0,26	0,91
2	30,87	31,06	0,19	0,62
3	37,3	37,75	0,45	1,21
4	40,1	40,3	0,2	0,50
5	50,3	50,6	0,3	0,60
6	60,4	60,95	0,55	0,91
7	70,1	70,54	0,44	0,63
8	80,4	80,97	0,57	0,71
9	90,2	90,56	0,36	0,40
10	100,3	100,7	0,4	0,40

Dari hasil diatas, error terbesar hanya 1,21% dengan rata – rata error sebesar 0,68%.

3.4 Sensor Intensitas Cahaya

Pengujian sensor cahaya dilakukan dengan cara yang sama dengan saat mengambil data hubungan antara lux dan resistansi LDR yaitu dengan memaparkan cahaya pada LDR dan pada lux meter yang dijaddikan referensi.

Berikut adalah hasil yang didapat.

LUX meter	LDR	Error
41	124,51	-83,51

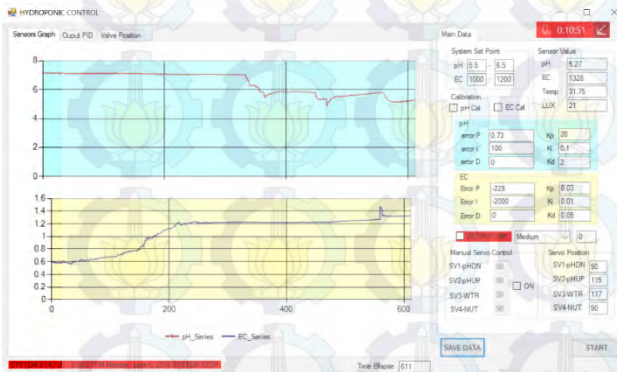
152	577	-425
500	2460	-1960
3200	7400	-4200

Hasil verifikasi menunjukkan bahwa error bacaan sensor yang dirancang sangat besar, hal ini disebabkan karena sulitnya untuk mendekati karakteristik LDR untuk mendapatkan nilai intensitas cahaya yang sesuai.

3.5 Pengujian Sistem Kontrol Nutrisi

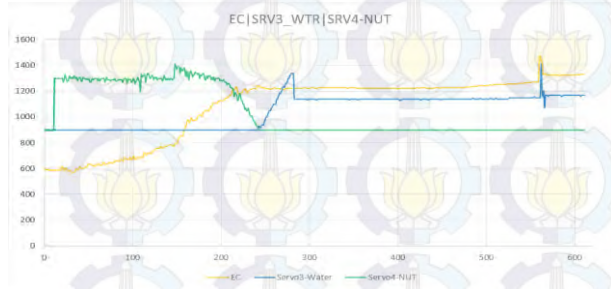
A. Pengujian A

Pengujian sistem dilakukan dengan parameter-parameter yang terlihat pada tampilan HMI Visual Studio pada Gambar 4.15.

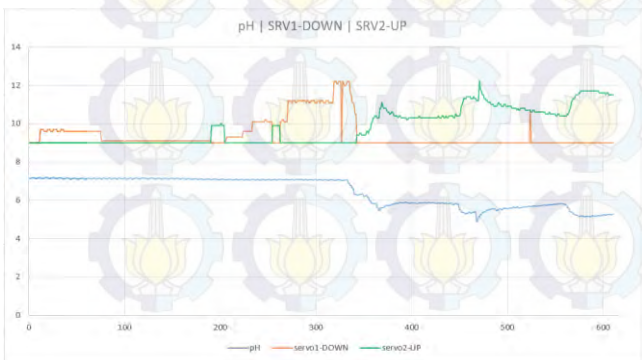


Gambar 4.15 Tampilan HMI pengujian sistem 1

Pada pengujian ini sistem kontrol mengalami kesulitan saat berusaha menyesuaikan nilai EC ketika nilai EC berada di atas set point walaupun keran berhasil merespon seperti seharusnya. Perbedaan nilai EC antara set point dan hasil kontrol sekitar 20 uSiemens. Pada sisi kontrol pH, sistem kontrol berhasil menyesuaikan nilai pH dari yang asalnya bernilai 7 hingga ke nilai pH antara 5.5 -6.5 seperti yang terlihat pada Gambar 4.16 dan Gambar 4.17.



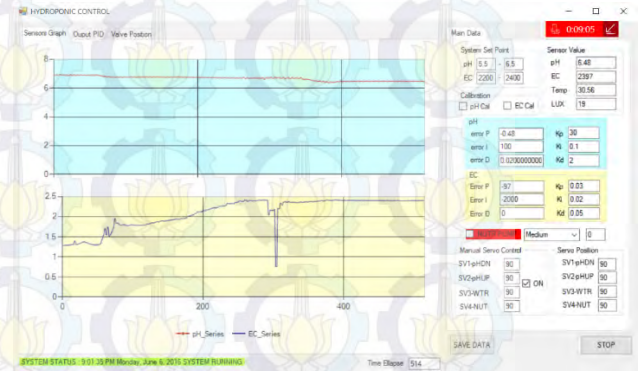
Gambar 4.16 Grafik Hasil Pengujian Sistem ke 1- EC



Gambar 4.17 Grafik Hasil Pengujian Sistem ke 1- pH

B. Pengujian B

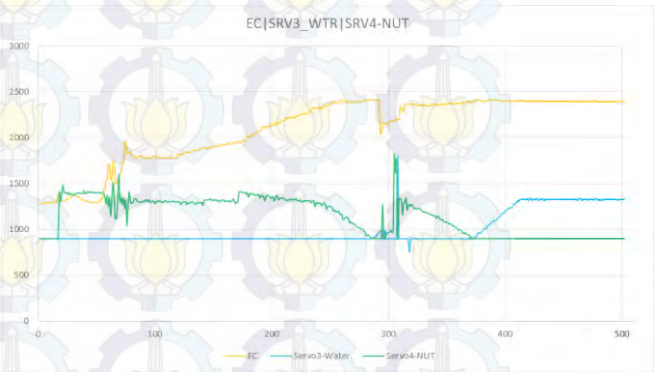
Pengujian sistem dilakukan dengan parameter-parameter yang terlihat pada tampilan HMI Visual Studio pada Gambar 4.18. Pengujian ini dilakukan dengan nilai set point EC yang lebih tinggi dari yang sebelumnya.



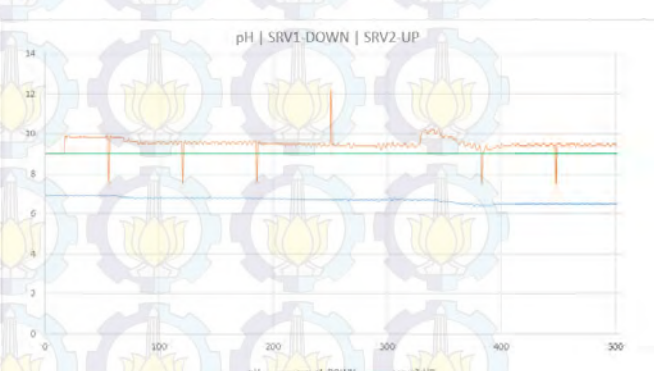
Gambar 4.18 Tampilan pengujian sistem 2

Pada Gambar 4.19 dan Gambar 4.20 terlihat respon sistem kontrol terhadap nilai EC. Sistem berhasil mendekati nilai EC yang diharapkan dengan membuka keran nutrisi pada awal grafik. Lalu nilai EC diganggu dengan menambahkan air untuk menurunkan nilai EC, dari grafik terlihat keran nutrisi kembali terbuka sesaat untuk menyesuaikan nilai EC. Sistem berusaha mempertahankan nilai EC dengan membuka keran air.

Pada sisi kontrol pH, sistem berhasil menyesuaikan nilai pH yang diinginkan yaitu antara 5.5 – 6.5.



Gambar 4.19 Grafik Hasil Pengujian Sistem ke 2- EC



Gambar 4.20 Grafik Hasil Pengujian Sistem ke 2- pH

Pengujian A dan Pengujian B dilakukan sebanyak masing – masing 5 kali untuk mendapatkan performa

kontroler PID yang hasilnya terdapat pada table 4.8. Dari pengujian yang dilakuakn terlihat bahwa rata settling time kontoller berkisar antara 202-213 ms dengan standart deviasi anantara 32 – 44. Perhitungan standart deviasi dihitung dengan menggunakan fungsi yang tersedia pada software microsoft excel.

Tabel 4.8 Performa PID Kontroller

No.	Pengujian	Nilai Awal		Set Point		Settling Time (s)	Rata - Rata Settling Time (s)	Standart Deviasi
		pH	EC (uS)	pH	EC (uS)			
1	Kontrol EC dan pH 1	7.6	520	5.5	100-120	220	213	32
2						265		
3						205		
4						165		
5						210		
6	Kontrol EC dan pH 2	7.6	520	5.5	220-240	250	201	44
7						180		
8						230		
9						125		
10						220		

4 KESIMPULAN

Sistem kontrol hidroponik yang dirancang secara garis besar sudah dapat mengejar nilai set point EC dan pH yang ditentukan dengan error rata-rata berkisar 500uS untuk EC dan 1 untuk pH. Settling time yang dibutuhkan adalah berkisar 201-213 detik dengan deviasi 32-44.

Secara elektronik sistem sudah berfungsi sesuai yang diharapkan. Kekurangan kinerja sistem dikarenakan sistem mekanik keran modifikasi dengan servo dan botol nutrisi yang kurang sempurna (terlalu berat, tidak seragam, terpengaruh level cairan).

Pengukuran nilai intensitas cahaya tidak berhasil mendekati nilai yang seharusnya sedangkan pengukuran suhu berhasil mengukur suhu dengan nilai error di bawah 1%.

DAFTAR PUSTAKA

1. Texas Instrument. "AN-1852 Designing With pH Electrodes". September 2008.
2. Anonim."FAQ : Electrical Conductivity in Hydroponic". April 2016. Tersedia : <http://goo.gl/Ea2FpT>
3. Anonim. "Why is it important i have the correct Ph levels?".April 2016. Tersedia : <http://goo.gl/xsDMD5>
4. Anonim."pH".April 2016. Tersedia : <http://www.simplyhydro.com/ph.htm>

BIOGRAFI PENULIS

Muhamad Giri Ginanjar dilahirkan di Bandung 13 Juli 1988. Penulis adalah mahasiswa strata 1 di jurusan teknik elektro Institut teknologi Sepuluh November Surabaya. Penulis menyelesaikan pendidikan diploma III di Politenik Negeri Bandung dengan program studi teknik elektronika pada tahun 2009, dimana sebelumnya penulis lulus dari SMA Negeri 2 Bandung pada tahun 2006.