

**PENGEMBANGAN SISTEM OTOMATISASI PENGENDALUAN NUTRISI
PADA HIDROPONIK MENGGUNAKAN SISTEM PAKAR
DENGAN METODE FORWARD CHAINING**

**DEVELOPMENT AUTOMATION SYSTEM OF
EXPERT SYSTEM ON HYDROPONICS NUTRIENTS CONTROL
USING FORWARD CHAINING METHOD**

Yakub Eka Nugraha¹, Budhi Irawan², Randy Erfa Saputra³

^{1,2,3}Prodi S1 Sistem Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

¹nugrahaa@students.telkomuniversity.ac.id, ²budhiirawan@telkomuniversity.ac.id,

³randyverfasaputra@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Hidroponik menjadi alternatif pilihan bagi masyarakat perkotaan yang ingin menanam sendiri sayuran yang dikonsumsi sendiri setiap harinya. Selain itu juga menjadi sarana menyalurkan hobi bertanam namun tidak tersedianya lahan yang dapat mendukung hobi tersebut. Hidroponik adalah model bercocok tanam yang tidak membutuhkan tanah sebagai media tanam dan tidak perlu lahan yang luas[1]. Namun disisi lain hidroponik perlu mendapatkan perhatian dan perawatan yang cukup oleh pemiliknya. Dikarenakan nutrisi untuk tanaman yang tumbuh diberikan melalui air secara langsung untuk diserap. Sebagai masyarakat perkotaan yang penuh dengan kesibukan, maka waktu untuk memantau kondisi hidroponik menjadi sangat terbatas.

Dengan implementasi Sistem Pakar, Mikrokontroler, Sensor dan Aktuator, sistem dapat menentukan nutrisi yang sesuai berdasarkan data yang diukur oleh sensor. Selanjutnya implementasi Sistem Pakar dengan Metode *Forward Chaining* dapat menentukan nutrisi yang sesuai dengan tanaman yang sedang ditaman. Lalu aktuator akan mengeksekusi perintah sehingga nutrisi akan tetap terjaga kesesuaiannya. Pemilik hidroponik juga akan mendapatkan informasi mengenai kondisi nutrisi secara *realtime* dengan memanfaatkan perangkat *Internet of Things*.

Kata kunci: hidroponik, *embedded system*, sistem otomatisasi, sistem pakar, *forward chaining*.

Abstract

Hydroponics is an alternative choice for urban communities who want to grow their own vegetables every day. And also its method to channel a hobby to plant but no supportable planting area. Hydroponics is a planting model that's no need soil as planting medium and do not need large area. But in the other hand hydroponics need to get sufficient attention and care by the owner. Because the nutrients to the plants given through water directly to be absorbed. A busy urban communities, time to monitor condition of the hydroponics become very limited.

The implementation of Expert System, Microcontroller, Sensors, and Actuators, system can determine the appropriate nutrients based on data from sensors. Furthermore, the implementation of Expert System using Forward Chaining Method can determine the appropriate nutrients with the planted plant. Than the actuators will execute commands so that the nutrients will stay preserve to suitability. The owner also get informations about the nutrients conditions in realtime by utilizing the Internet of Things.

Keywords : *hydroponics, embedded system, automation system, expert system, forward chaining*

1. Pendahuluan

Di era kehidupan modern sekarang ini sudah sangat jarang ditemukan lahan pertanian yang tersedia di kota – kota besar, terlebih bagi masyarakat perkotaan yang tinggal di pemukiman padat, perumahan dan dengan bentuk hunian yang minimalis. Bahkan sampai tidak memungkinkan menyediakan lahan untuk pekarangan atau halaman rumah. Ini menjadi sebuah masalah bagi masyarakat untuk bisa berkebun di halaman rumah. Apalagi bagi kalangan yang memiliki hobi berkebun, tidak bisa menyalurkan hobinya. Dengan kata lain, meningkatnya jumlah penduduk menyebabkan ketersediaan lahan pertanian menjadi semakin berkurang karena digunakan untuk perumahan dan perluasan perkotaan[1].

Hidroponik menjadi sebuah alternatif bagi masyarakat yang ingin berkebun, namun tidak memiliki cukup tempat untuk bercocok tanam. Hidroponik merupakan metode budidaya tanaman dengan memanfaatkan air tanpa

menggunakan tanah, dengan menekankan pada pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman. Hidroponik bias digunakan untuk menanam jenis tanaman sayur maupun buah[2]. Namun bercocok tanam dengan cara hidroponik ini perlu penanganan, perawatan dan pemantauan yang lebih dibanding dengan bercocok tanam konvensional dengan media tanah. Sehingga pemilik perlu untuk memberikan perhatian lebih kepada tanamannya. Kita tahu bahwa masyarakat perkotaan sebagian besar adalah pekerja yang tidak dapat setiap waktu bisa memantau kondisi tanamannya.

Dengan adanya hal ini maka dibutuhkan sebuah alat bantu berupa sistem pakar yang dapat digunakan sebagai alat perawatan yang bekerja secara otomatis untuk menentukan solusi permasalahan-permasalahan dalam hidroponik. Selain itu, sistem pakar ini juga dapat digunakan sebagai sistem pemantau kondisi hidroponik oleh pemilik. Sebuah sistem pakar ini juga dapat digunakan untuk merekayasa kultur habitat sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan tanaman hidroponik tersebut. Mengimplementasikan beberapa jenis sensor yang terpasang pada instalasi sistem hidroponik, akan mengukur dan mendapatkan data-data yang dibutuhkan, untuk selanjutnya akan diproses oleh sistem lalu akan mendapatkan keluaran yang sesuai. Data yang didapatkan selanjutnya akan disimpan di dalam *Cloud*. Sehingga pemilik hidroponik dapat mengakses dan mendapatkan informasi kondisi hidroponik melalui internet. Memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT). Sistem pakar diharapkan dapat membantu para pemilik hidroponik dalam memantau keadaan dan perawatan otomatis kepada tanaman yang sedang dibudidayakan dimanapun dan kapanpun

2. Dasar Teori dan Perancangan

2.1. Desain Model Sistem

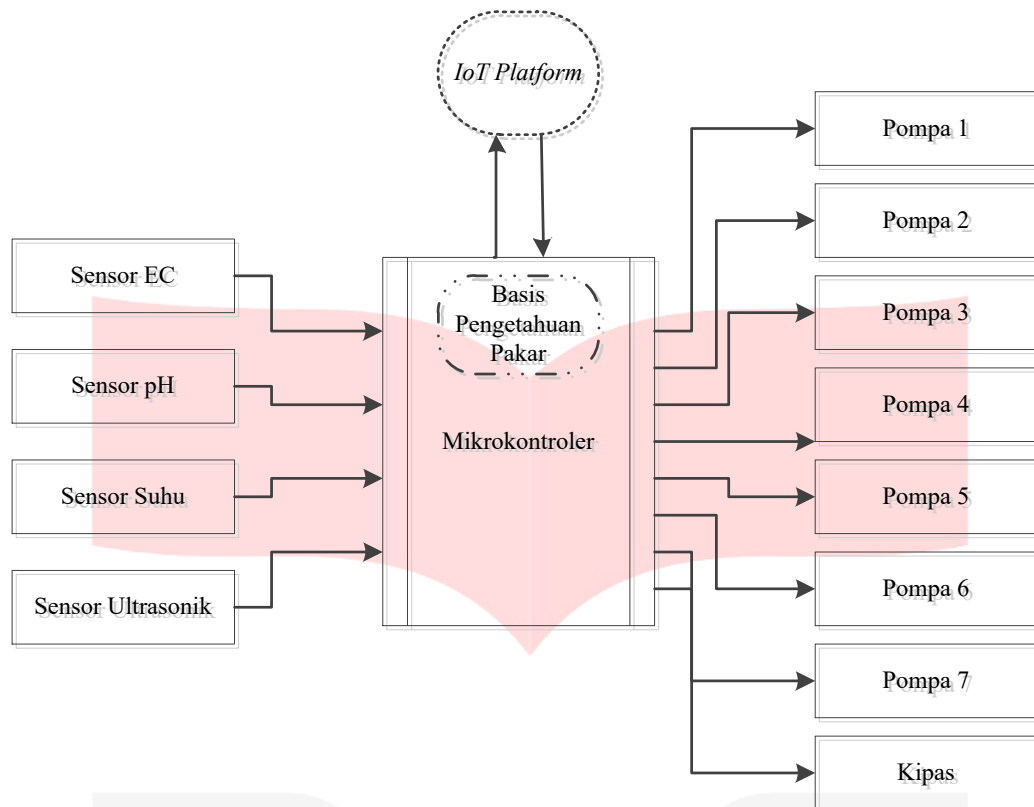
Sistem Otomatisasi Pengendali Nutrisi ini akan bekerja dengan cara mengukur kondisi nutrisi terbaru dari penampungan nutrisi, parameter yang diukur antara lain adalah nilai pH menggunakan sensor pH, nilai ppm menggunakan sensor EC, suhu larutan nutrisi menggunakan sensor suhu dan ketinggian permukaan air dengan sensor ultrasonik. Sistem pakar dengan metode *forward chaining* akan memperhitungkan dan akan mengeluarkan kesimpulan dari parameter input terhadap kondisi larutan nutrisi.

Kesimpulan sistem pakar tersebut akan memberikan perintah terhadap aktuator sehingga dapat menjadikan larutan nutrisi menjadi larutan yang tepat untuk tanaman yang ditanam. Aktuator yang bekerja antara lain, pompa penetral pH, pompa larutan ABMix dan kipas pendingin suhu larutan.

Saat didapatkan kondisi nutrisi pada penampungan melebihi batas minimal kepekatan maka, mikrokontroler akan mengaktifkan pompa dari kantong nutrisi untuk ditambahkan ke penampungan dengan jumlah yang telah dihitung. Saat didapatkan kondisi nutrisi pada penampungan melebihi batas maksimal kepekatan maka, mikrokontroler akan mengaktifkan pompa dari kantong air murni untuk ditambahkan ke penampungan dengan jumlah yang telah dihitung, untuk menurunkan nilai kepekatan nutrisi..

Larutan nutrisi yang baik adalah larutan yang memiliki nilai pH sesuai dengan karakteristik hidup tanaman yang sedang ditanam dalam sistem hidroponik. Nilai pH akan berpengaruh pada pertumbuhan hidup tanaman. Saat kondisi pH berada dibawah batas maka, mikrokontroler akan menghidupkan pompa kantong cairan menambah kadar pH, begitu juga sebaliknya saat kondisi pH berada diatas batas maka, mikrokontroler akan menghidupkan pompa kantong cairan penurun kadar pH.

Suhu nutrisi yang diserap akan sangat optimal apabila memiliki suhu tidak lebih dari 25°C atau batas suhu yang ditentukan oleh seorang pakar. Maka saat sistem mengukur suhu melebihi batas, mikrokontroler akan menghidupkan sistem pendingin yang berupa kipas pendingin. Kipas akan dimatikan apabila kondisi suhu nutrisi tidak lebih dari batas yang telah ditentukan sebelumnya..



Gambar 1. Diagram Blok Perancangan Sistem Otomatisasi

2.2. Perancangan Basis Pengetahuan Pakar

Sistem pakar adalah sebuah system yang memanfaatkan pengetahuan ilmu manusia yang ditangkap dan dimasukkan kedalam komputer untuk membantu memecahkan masalah yang biasanya membutuhkan keahlian manusia. Sistem pakar akan menerima dan memanfaatkan informasi yang didapat dari pengguna dan dari basis pengetahuan yang tersedia dan akan mengeluarkan kesimpulan seperti layaknya seorang pakar.

Basis Pengetahuan Pakar merupakan inti dari sebuah sistem pakar. Untuk membangun sebuah sistem pakar diperlukan sumber referensi untuk mendapatkan pengetahuan yang nantinya akan ditaman dalam sistem, yaitu seorang pakar/ahli/praktisi yang memiliki keahlian, kemampuan dan integritas dalam bidang tertentu.

2.2.1. Daftar Kondisi

Berikut adalah daftar kondisi nutrisi berdasarkan hasil pengukuran pada sistem yang dibangun, kondisi nutrisi sebagai kesimpulan yang terjadi pada keadaan lautan nutrisi, dijelaskan seperti tampak pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar Kesimpulan Kondisi Nutrisi

Kode	Kondisi Nutrisi	Solusi
K001	Nutrisi normal	Sistem bekerja normal
K002	Suhu nutrisi tidak sesuai	Kipas menyala
K003	Kelebihan ppm Nutrisi	Menambahkan air
K004	Kekurangan ppm Nutrisi	Menambahkan ABMix
K005	Kelebihan ppm dan suhu tidak sesuai	Menambahkan air dan menyalakan kipas
K006	Kekurangan ppm dan suhu tidak sesuai	Menambahkan ABMix dan menyalakan kipas

Kode	Kondisi Nutrisi	Solusi
K007	Kadar pH Nutrisi terlalu tinggi	Menambahkan pH Down
K008	Kadar pH Nutrisi terlalu rendah	Menambahkan pH Up
K009	Kadar pH terlalu tinggi dan suhu tidak sesuai	Menambahkan pH Down dan menyalakan kipas
K010	Kadar pH terlalu rendah dan suhu tidak sesuai	Menambahkan pH Up dan menyalakan kipas
K011	Kadar pH tinggi dan kelebihan nilai ppm	Menambahkan pH Down dan menambahkan air
K012	Kadar pH tinggi dan kekurangan nilai ppm	Menambahkan pH Down dan menambahkan ABMix
K013	Kadar pH rendah dan kelebihan nilai ppm	Menambahkan pH Up dan menambahkan air
K014	Kadar pH rendah dan kekurangan nilai ppm	Menambahkan pH Up dan menambahkan ABMix
K015	Kadar pH tinggi, kelebihan nilai ppm dan suhu tidak sesuai	Menambahkan pH Down, menambahkan air dan menyalakan kipas
K016	Kadar pH tinggi, kekurangan nilai ppm dan suhu tidak sesuai	Menambahkan pH Down, menambahkan ABMix dan menyalakan kipas
K017	Kadar pH rendah, kelebihan nilai ppm dan suhu tidak sesuai	Menambahkan pH Up, menambahkan air dan menyalakan kipas
K018	Kadar pH rendah, kekurangan nilai ppm dan suhu tidak sesuai	Menambahkan pH Up, menambahkan ABMix dan menyalakan kipas

2.2.2. Daftar Gejala

Berikut adalah Daftar Gejala pada nutrisi di sistem yang dibangun seperti tampak pada Tabel 2. Gejala Pengukuran sebagai hasil pengukuran dari sensor.

Tabel 2. Daftar Gejala

Kode Gejala Pengukuran	Gejala Pengukuran
G001	Ppm dalam batas
G002	Ppm di atas batas
G003	Ppm di bawah batas
G004	Kadar pH dalam batas
G005	Kadar pH di atas batas
G006	Kadar pH di bawah batas
G007	Suhu dalam batas
G008	Suhu di atas batas

2.2.3. Daftar Keputusan Gejala Berdasarkan Kondisi

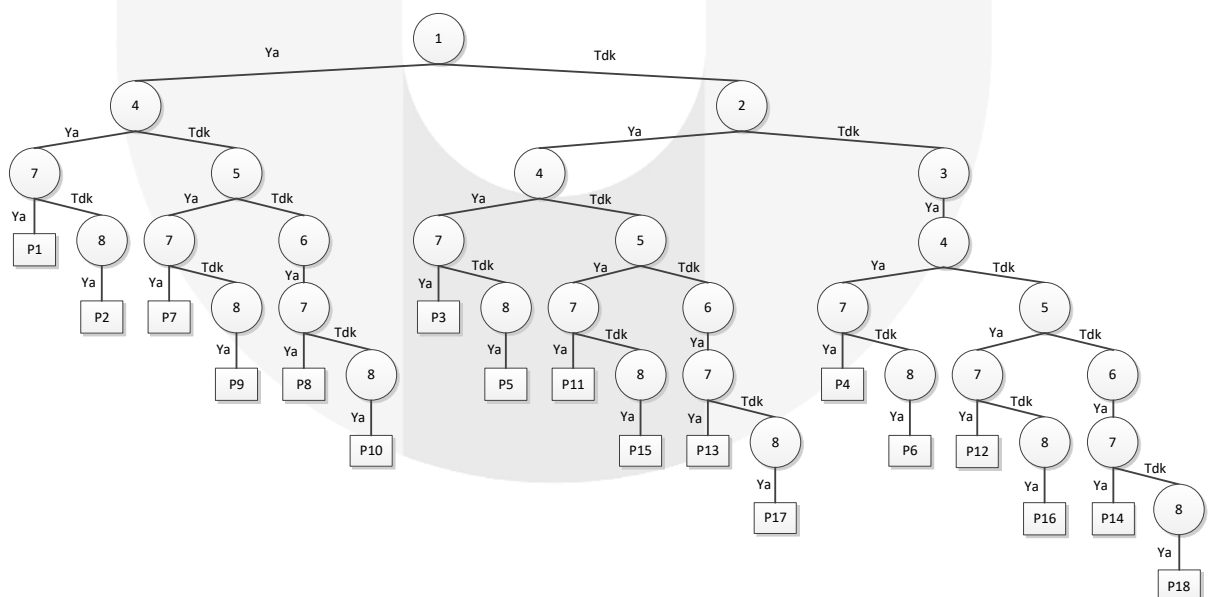
Berikut adalah Tabel Keputusan Kondisi Nutrisi berdasarkan hubungan/relasi Gejala hasil pengukuran dan kesimpulan Kondisi Nutrisi dari sistem yang dibangun seperti tampak pada Tabel 3.

Tabel 3. Relasi Keputusan Kondisi Berdasarkan Gejala

	Kondisi Nutrisi (K001=1, K002=2 . . . , K0018=18)																	
Kode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
G001	√	√					√	√	√	√								
G002			√		√						√		√		√		√	
G003				√		√						√		√		√		√
G004	√	√	√	√	√	√												
G005							√		√		√	√			√	√		
G006								√		√			√	√			√	√
G007	√		√	√			√	√			√	√	√	√				
G008		√			√	√			√	√					√	√	√	√

Keterangan √ : Relasi yang berhubungan.

2.3. Perancangan Pohon Keputusan



Gambar 2. Pohon Keputusan Forward Chaining

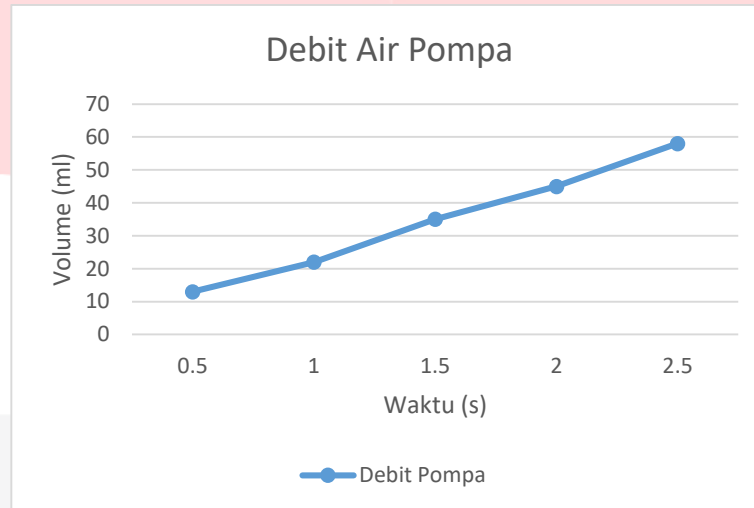
Berdasarkan basis pengetahuan yang telah dikumpulkan maka dapat dibuat sebuah pohon keputusan dengan metode penelusuran *forward chaining*. Pada Gambar 2 ditunjukkan bahwa penelusuran dilakukan untuk setiap kondisi. Pohon keputusan akan digunakan untuk membantu dalam proses pembuatan basis aturan (*Rules Base*) yang akhirnya akan digunakan untuk menentukan kesimpulan dan solusi terhadap kondisi yang ada.

3. Pembahasan dan hasil simulasi

1. Fungsionalitas Aktuator

a. Pompa DC

Pompa 5VDC digunakan untuk mengalirkan nutrisi ABMix ke penampungan nutrisi. Perlu diketahui debit rata-rata air yang dapat dialirkan pompa. Sehingga akan dapat ditambahkan ABMix dengan tepat. Debit Air adalah jumlah besaran volume air yang mengalir pada satuan waktu tertentu

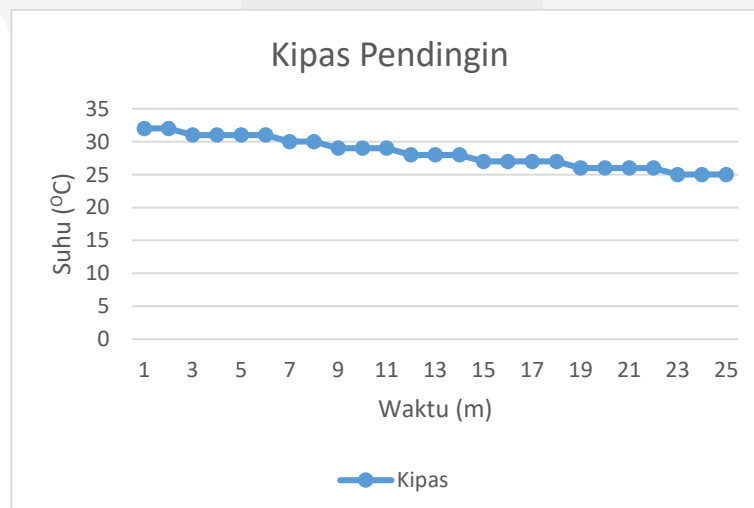


Gambar 3. Pengujian Pompa DC

Pada Gambar 3 menunjukan grafik pengujian pompa DC yang dilakukan dengan durasi nyala pompa yang berbeda beda dengan selisih durasi yaitu 0.5 detik. Pengujian dilakukan 5 kali dimulai dari durasi 0.5 detik sampai 2.5 detik. Pengujian pertama durasi 0.5 detik memiliki debit 26ml/s, pengujian kedua durasi 1 detik memiliki debit 22ml/s, pengujian ketiga durasi 1.5 detik memiliki debit 23.33ml/s, pengujian keempat durasi 2 detik memiliki debit 22.5ml/s dan pengujian kelima durasi 2.5 detik memiliki debit 23.2ml/s. Rata-rata debit dari pengujian ini adalah 23.4ml/s atau 84.26L/H. Jadi pompa DC dapat mengalirkan air dengan debit sebesar 23.4ml/s.

b. Kipas

Kipas Pendingin digunakan untuk menurunkan suhu larutan nutrisi ke batas yang telah ditentukan. Untuk mendapatkan suhu sehingga tingkat penyerapan nutrisi oleh tanaman secara optimal.



Gambar 4. Pengujian Kipas

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa terjadi penurunan suhu menjadi suhu optimum yang disarankan oleh pakar. Untuk mendapatkan suhu optimum tersebut Kipas membutuhkan waktu 23 Menit untuk menurunkan suhu dari 32°C menjadi 25°C. Jadi Kipas Pendingin dapat digunakan untuk menurunkan suhu larutan nutrisi dengan baik

2. Forward Chaining

Pengujian Forward Chaining dilakukan untuk menguji sistem sudah bekerja sesuai dengan kaidah-kaidah metode Forward Chaining. Pengujian dilakukan dengan pemantauan pengukuran sensor dan kondisi aksi dari aktuatur dibandingkan dengan. Konsep Sistem Pakar yang telah disusun dengan status kebenaran yang telah disetujui oleh seorang pakar. Dengan hasil pengujian seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Forward Chaining

No	Waktu Pengamatan	Pengukuran Sensor	Aksi Aktuator	Diagnosa Pakar	Ket
1	7 Juli 2017	- pH = 6.1 - ppm = 629 - suhu = 25	- Pompa 1 = Off - Pompa 2 = Off - Pompa 3 = Off - Pompa 4 = Off - Pompa 5 = Off - Kipas = Off	Nutrisi cukup	Sesuai
2	9 Juli 2017	- pH = 6.1 - ppm = 569 - suhu = 26	- Pompa 1 = Off - Pompa 2 = Off - Pompa 3 = Off - Pompa 4 = Off - Pompa 5 = Off - Kipas = On	Nutrisi berkurang, namun masih dalam batas. Hanya suhu kurang bagus	Sesuai
3	11 Juli 2017	- pH = 6.2 - ppm = 539 - suhu = 27	- Pompa 1 = Off - Pompa 2 = On - Pompa 3 = On - Pompa 4 = Off - Pompa 5 = Off - Kipas = On	Ppm kurang dari 560, bisa ditambahkan. Suhu kurang bagus	Sesuai
4	13 Juli 2017	- pH = 6.2 - ppm = 690 - suhu = 27	- Pompa 1 = Off - Pompa 2 = Off - Pompa 3 = Off - Pompa 4 = Off - Pompa 5 = Off - Kipas = On	Suhu diatas 25, kurang bagus	Sesuai
5	15 Juli 2017	- pH = 6.5 - ppm = 714 - suhu = 28	- Pompa 1 = Off - Pompa 2 = Off - Pompa 3 = Off - Pompa 4 = Off - Pompa 5 = Off - Kipas = On	Penyerapan nutrisi kurang optimal di 28, tidak sesuai	Sesuai
6	17 Juli 2017	- pH = 6.4 - ppm = 700 - suhu = 28	- Pompa 1 = Off - Pompa 2 = Off - Pompa 3 = Off - Pompa 4 = Off - Pompa 5 = Off - Kipas = On	Penyerapan nutrisi kurang optimal di 28, tidak sesuai	Sesuai
7	19 Juli 2017	- pH = 6.0 - ppm = 695 - suhu = 26	- Pompa 1 = Off - Pompa 2 = Off - Pompa 3 = Off - Pompa 4 = Off - Pompa 5 = Off - Kipas = On	Suhu masih sedikit berlebihan	Sesuai

No	Waktu Pengamatan	Pengukuran Sensor	Aksi Aktuator	Diagnosa Pakar	Ket
8	21 Juli 2017	- pH = 6.1 - ppm = 685 - suhu = 27	- Pompa 1 = Off - Pompa 2 = Off - Pompa 3 = Off - Pompa 4 = Off - Pompa 5 = Off - Kipas = On	Suhu di 27 kurang optimal untuk penyerapan nutrisi	Sesuai
9	23 Juli 2017	- pH = 5.9 - ppm = 680 - suhu = 25	- Pompa 1 = Off - Pompa 2 = Off - Pompa 3 = Off - Pompa 4 = Off - Pompa 5 = Off - Kipas = Off	Nutrisi Normal	Sesuai
10	25 Juli 2017	- pH = 6.0 - ppm = 662 - suhu = 25	- Pompa 1 = Off - Pompa 2 = Off - Pompa 3 = Off - Pompa 4 = Off - Pompa 5 = Off - Kipas = Off	Nutrisi Normal	Sesuai

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari perancangan dan implementasi Sistem Otomatisasi Pengendali Nutrisi pada Hidroponik ini dan berdasarkan hasil pengujian maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Integrasi sensor, mikrokontroler dan aktuator yang digunakan dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang diinginkan.
2. Sistem Otomatisasi Pengendali Nutrisi pada Hidroponik dapat menjalankan fungsi pengambilan data, pengambilan keputusan, pengiriman data ke *cloud* dan menjalankan aktuator pengendali nutrisi
3. Sistem pakar metode *forward chaining* bekerja dengan baik dalam menentukan kesimpulan dan pengendalian nutrisi yang optimal sesuai dengan pakar.

DAFTAR PUSTAKA :

- [1]. Iqbal, Muhammad. 2017. *Simpel Hidroponik*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- [2]. Suryani, Reno. 2015. *Hidroponik Budidaya Tanaman Tanpa Tanah*. Yogyakarta : Arcitra
- [3]. Kusri. 2006. *Sistem Pakar Teori Dan Aplikasi*. Yogyakarta : Penerbit Andi
- [4]. Kadir, Abdul. 2012. *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya menggunakan Arduino*. Yogyakarta. Penerbit Andi.
- [5]. Nugroho, Bunafit. 2014. *Aplikasi Sistem Pakar dengan PHP & Editor Dreamweaver*. Yogyakarta : Gava Media
- [6]. Andrianto, Heri, Aan Darmawan. 2015. *Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*. Bandung : Penerbit Informatika.
- [7]. Sahin, Ismail, M. Hanefi CALP, Atacan Ozkan. 2014. *An Expert System Design and Application for Hydroponics Greenhouse System*. Ankara, Turkey. Gazi University Journal of Science. 27(2):809-822(2914).
- [8]. Romadloni, Pristi L (2015). "Rancang Bangun Sistem Otomasi Hidroponik NFT Universitas Telkom". *Journal of Applied Science*. Vol 1. No.1.
- [9]. Verina, Wiwi (2015). "Penerapan Metode Forward Chaining untuk mendeteksi Penyakit THT". *Jatiji*, Vol. 1 No.2.