

PERANCANGAN PENGENDALIAN KADAR KEASAMAN (pH) DAN SUHU PADA MINIATUR TAMBAK UDANG

M. Yufrizal Afif¹, M. Aziz M, S.T., M.T., Ph.D.², Rahmadwati, S.T., M.T., Ph.D.³

¹Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Brawijaya, ^{2,3}Dosen Teknik Elektro Universitas Brawijaya

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: m.yufrizal@gmail.com

ABSTRAK

Budidaya udang di tambak udang harus memperhatikan kondisi suhu air dan kadar keasaman (pH) air tambak udang. Untuk suhu toleransi air tambak adalah 26-35°C dan kondisi suhu idealnya adalah 28-32°C. Sedangkan pH toleransi air tambak adalah 7-8,5 dan kondisi pH idealnya 7,5-8. Tujuan skripsi ini untuk menjaga kestabilan suhu dan pH air tambak pada *setpoint* idealnya untuk suhu 30°C dan untuk pH 7,8.

Pengontrolan aktuator untuk suhu dan pH adalah kincir dari motor dc dan pompa dc untuk mengeluarkan cairan asam dan basa. Pengontrolan kincir dan pompa berdasarkan besar kecilnya *duty cycle*.

Kontroler yang digunakan adalah kontrol logika *fuzzy* (KLF). Perancangan untuk KLF menggunakan *input* dari *error* suhu dan pH. Metode inferensi yang digunakan metode *max-min* dan metode defuzzifikasi yang digunakan *center of area*. Dari hasil pengujian sistem tanpa gangguan diperoleh *error steady state* untuk suhu adalah 0,4% dengan *settling time (ts)* sebesar 749 detik dan *error steady state* untuk pH adalah 0,38% dengan *settling time (ts)* sebesar 60 detik.

Kata Kunci—*Udang, Suhu, pH, Fuzzy*

ABSTRACT

Shrimp cultivation in shrimp ponds must pay attention to the condition of the water temperature and acidity (pH) of shrimp ponds. For temperature tolerance pond water is 26 to 35 °C and 28 to 32 °C temperature conditions are ideal. While pH tolerance pond water is 7 to 8.5 and ideally 7.5 to 8 pH conditions. The purpose of this thesis is to maintain the stable temperature and pH of pond water at 30 °C setpoint ideally for and to pH 7.8.

Controlling actuators for temperature and pH are the wheel of a motor dc and dc pump to remove fluid acidic and alkaline. Controlling the water wheel and pump based on the size of the duty cycle.

The controller used is a Fuzzy logic controller (FLC). The used for design of FLC input from the error of temperature and pH. Inference method used max-min method and defuzzification method used center of the area. From the test results without disturbance obtained by the system's steady state temperature error is 0.4% with response settling time of 749 seconds and the steady state error for pH is 0.38% with response settling time of 60 seconds.

Keywords - *Shrimp, Temperature, pH, Fuzzy*

I. PENDAHULUAN

Pengelolaan kualitas air tambak yang kurang memperhatikan kondisi, kebutuhan, dan sifat udang akan menyebabkan bertambahnya tingkat kegelisahan udang di dalam tambak. *Fluktuasi* ph, tingkat oksigen, temperatur, salinitas, kadar ammonia, dan sulfat serta bahan organik lain dapat sebagai penyebab stres pada udang dan memicu terjadinya penyakit [1].

produksi udang yang sebelumnya terus meningkat cenderung menurun. Penurunan produksi disebabkan karena timbulnya berbagai macam penyakit, (terutama *white spot* dan *vibriosis*) [2].

Perkembangan dan kemajuan teknologi saat ini sangat pesat, termasuk bidang kontrol, sehingga

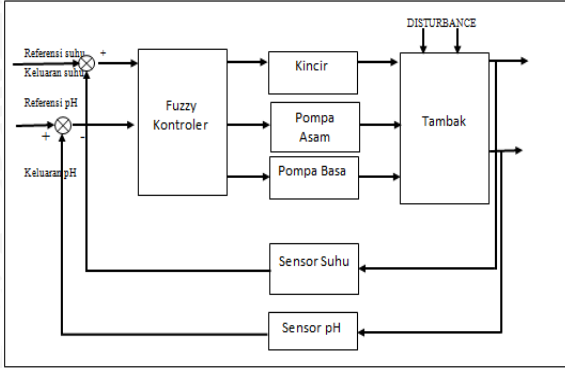
membawa dampak yang luar biasa bagi kehidupan, salah satunya yaitu bidang budidaya udang. Masih banyak pengontrolan parameter kualitas air pada tambak udang dengan cara manual. Pengontrolan secara manual ternyata kurang praktis dan akurat.

Untuk mengatasi masalah di atas, maka dibuatlah sebuah miniatur untuk menegendalikan kadar keasaman (pH) dan Suhu air pada tambak udang. memanfaatkan teknologi dalam budidaya udang agar lebih efektif. menggunakan kontrol logika *fuzzy* yang bersifat fleksibel akan mempermudah perancangan sistem pengendalian suhu dan pH. Menggunakan aktuator kincir dan pompa untuk menjaga kestabilan suhu dan pH dengan *setpoint* suhu 30 °C dan *setpoint* pH 7,8 [3].

II. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Diagram Blok Sistem

Perancangan diagram blok sistem pengontrolan Suhu dan pH pada budidaya udang berfungsi untuk menjelaskan sistem pengontrolan suhu dan pH yang sangat diperlukan pada perancangan miniatur dan diharapkan alat ini bisa bekerja sesuai yang diharapkan dan direncanakan.



Gambar 1. Diagram Blok

B. Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat yang meliputi komponen-komponen pendukung pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Komputer atau PC yang sudah terinstall *software* Arduino.
2. *Box* kolam yang digunakan terbuat dari bahan plastik dengan ukuran 35 cm x 27 cm x 24 cm, sebagai miniatur tambak.
3. *Power Supply Unit* (PSU) berfungsi sebagai sumber tegangan atau catu daya pada *driver* motor dimana PSU yang digunakan ini mempunyai tegangan keluaran 0-12V.
4. Aktuator tangki untuk air asam dan basa dengan dimensi 21.5cm(L) x 10.5cm(W) x 14.2cm(H) dengan motor 12v, dengan kapasitas volume 1 liter.
5. Aktuator yang digunakan untuk kincir air adalah motor DC 12 v.
6. Perangkat kontrol yang digunakan adalah Arduino Mega 2560, berfungsi sebagai penyimpan algoritma kontroler sistem, pengendali *driver* motor, dan menerima serta mengolah data yang dikirimkan sensor DS18B20 dan Sensor pH *SKUSEN0161*. Mikrokontroler menggunakan catu tegangan sebesar 5 Volt yang didapat dari komputer atau PC.
7. *Driver* motor yang digunakan adalah modul yang menggunakan *Half Bridge Infineon* BTS 7960. *Driver* motor berfungsi sebagai pengali tegangan dimana tegangan masukan dari

mikrokontroler Arduino dikali dengan sebuah nilai *gain* atau penguatan tertentu menjadi tegangan keluaran *driver* motor yang digunakan untuk mencatu motor. Catu tegangan *driver* motor didapat dari *power supply unit* (PSU) dengan tegangan maksimal 27 V dan arus maksimalnya sebesar 43 A.

8. Sensor pH *SKUSEN0161* digunakan untuk mengukur kadar keasaman (pH)
9. Sensor suhu DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu.
10. *Heater* dalam sistem digunakan untuk menghangatkan air *plant* tambak sampai 30°C.

C. Prinsip Kerja Sistem

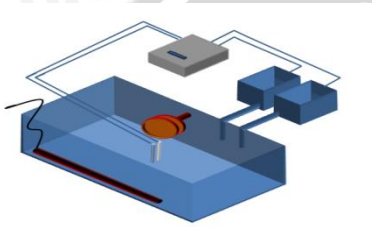
Prinsip kerja sistem adalah sebagai berikut:

1. *Power Supply Unit* (PSU) diberi catu 220 VAC.
2. *Power Supply Unit* (PSU) mengkonversi tegangan dari 220 VAC menjadi 24 VDC sebagai suplai rangkaian *driver* motor.
3. Catu daya Arduino Mega2560 diambil dari komputer dengan menghubungkan *port* komunikasi antara Arduino dan komputer menggunakan perantara kabel USB dengan kecepatan *transfer* data sebesar 9600 *bit per second* (bps). Untuk pengendalian secara *realtime* catu daya yang digunakan adalah *regulator* dengan tegangan keluaran sebesar 9 V.
4. Sinyal kontrol dari Arduino MEGA 2560 masuk ke *driver* motor BTS 7960 (*H-Bridge*). *Driver* motor berfungsi untuk menguatkan sinyal yang dihasilkan mikrokontroler Arduino MEGA 2560 dari 0-5 V menjadi 0-24 V.
5. Kadar keasaman (pH) pada sistem diukur dengan menggunakan sensor pH *SKUSEN0161* dan suhu diukur dengan sensor suhu DS18B20.
6. Sensor pH dihubungkan dengan rangkaian penguat agar keluaran sensor pH dapat dibaca oleh Arduino dengan rentang 0-5 V. Keluaran sensor suhu berupa sinyal digital sehingga dapat langsung dibaca oleh Arduino.
7. Sinyal keluaran rangkaian penguat sebagai masukan Arduino yang kemudian diproses menggunakan kontroler logika *fuzzy*.
8. Keluaran Arduino berupa sinyal *Pulse Width Modulation* (PWM). Dikirim ke *Driver* motor.
9. Motor DC 12v digunakan sebagai kincir dan pompa sebagai keluarannya cairan asam dan basa. Untuk mengontrol pH dan suhu dalam sistem.
10. Kincir akan berputar sesuai dengan PWM. Kecepatan dibagi 3 : L, M, H. semakin panas suhu air maka kincir semakin cepat berputar.

11. Pompa asam akan mengeluarkan larutan asam kedalam *plant* jika pH terlalu basa >7,8. Dengan campuran sebanyak 1,5 liter dicampur dengan asam sebanyak 0.5 mL dengan pH 5,4.
12. Pompa basa akan mengeluarkan larutan basa kedalam *plant* jika pH terlalu asam <7,8. Dengan campuran 1,5 liter dicampur larutan basa sebanyak 5 gram dengan pH 8.7.

D. Perancangan Miniatur

Desain miniatur tambak yang digunakan adalah *box* plastik dengan dimensi 35 cm x 27 cm x 24 cm dan tangki untuk cairan asam dan tangka untuk cairan Basa dengan kapasitas *volume* masing masing 1 liter.



Gambar 2. Miniatur tambak udang

E. Perancangan Catu daya

Rangkaian catu daya yang digunakan adalah *switching power supply* yang memiliki tegangan keluaran sebesar 12 V. Rangkaian *switching power supply* terdiri dari rangkaian penyearah gelombang dan penguat arus. Rangkaian penyearah menggunakan dioda yang berfungsi untuk mengubah tegangan arus bolak balik (AC) menjadi tegangan arus searah (DC). Rangkaian penguat arus menggunakan transistor. Catu daya 12 Volt untuk motor DC pompa DC diambil dari *switching power supply* 12 V dengan arus maksimal sebesar 10 ampere.



Gambar 3. *Switching Power Supply*

F. Perancangan Kontrol Logika Fuzzy

Fuzzy rule adalah bagian yang menggambarkan dinamika suatu sistem terhadap masukan yang dikarakteristikan oleh sekumpulan variabel-variabel

linguistik dan berbasis pengetahuan seorang operator ahli. Pernyataan tersebut umumnya dinyatakan oleh suatu pernyataan bersyarat.

Dalam pengendali berbasis *Fuzzy*, aturan pengendalian *Fuzzy* berbentuk aturan “*IF – THEN*”. Untuk sebuah sistem *Multi Input Single Output* (MISO) basis aturan pengendalian *Fuzzy* berbentuk seperti berikut:

- Rule 1
if X is A₁ and Y is B₁ then Z is C₁
- Rule 2
if X is A₂ and Y is B₂ then Z is C₂.
- ...
- Rule n
if X is A_n and Y is B_n then Z is C_n

Dengan X, Y, Z merupakan variabel linguistik, dimana X dan Y merupakan variabel masukan, dan Z merupakan variabel keluaran sistem. A_n, B_n, dan C_n merupakan nilai linguistik dari X, Y, dan Z [4].

Kontrol logika *fuzzy* yang dikembangkan dalam penelitian ini mempunyai dua *input* yaitu *error* pH dan *error* suhu. Dan sistem ini juga memiliki *output* yaitu sinyal PWM untuk mengatur putaran kincir dan mengatur pompa asam dan basa.

Untuk mencari *error* dengan persamaan :

$$Error = SP - PV(t)$$

Ket:

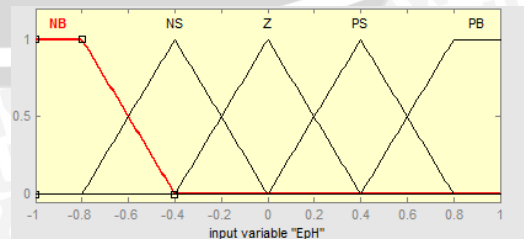
SP = *Setpoint*

PV(t)=*Present Value* pada waktu t

Kontrol logika *fuzzy* untuk pH dan suhu masing masing memiliki 5 keanggotaan masukan dan 3 keanggotaan masukan dan 3 keanggotaan keluaran Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama metode *Max-Min*. metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975 [5]. Metode KLF yang digunakan pada penelitian ini adalah metode mamdani dengan inferensi *Min-Max*. Inferensi *Min-Max* ini menggunakan implikasi fungsi min dan agregasi fungsi max.

Fungsi keanggotaan masukan pH dengan 5 fungsi keanggotaan yang didefinisikan:

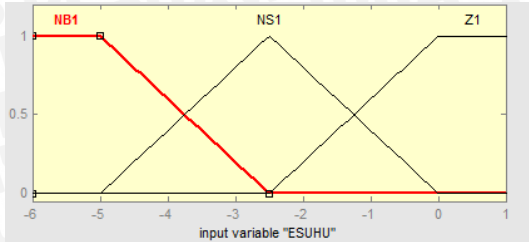
- NB = *Negatif Big* (PV > SV)
- NS = *Negatif small* (PV > SV)
- Z = *Zero* (PV = SV)
- PS = *Positif Small* (PV < SV)
- PB = *Positif Big* (PV < SV)



Gambar 4. Fungsi keanggotaan *error* pH

Fungsi keanggotaan masukan suhu mempunyai 3 keanggotaan masukan. Keanggotaan yang didefinisikan yaitu :

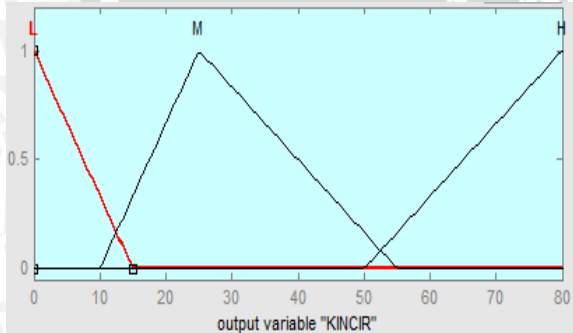
- NB1 = *Negatif Big* (PV > SV)
- NS1 = *Negatif small* (PV > SV)
- Z1 = *Zero* (PV = SV)



Gambar 5. Fungsi keanggotaan error suhu

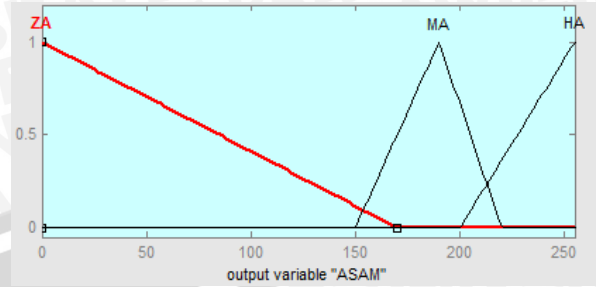
Defuzzifikasi adalah proses untuk mendapatkan nilai numerik dari data Fuzzy yang dihasilkan dari proses inferensi [6]. Fungsi keanggotaan keluaran merupakan representasi output yang dikeluarkan oleh Arduino mega2560 berupa hasil perhitungan metode defuzzifikasi *Center of Area*. Fungsi keanggotaan keluaran dalam sistem ini yaitu sebagai berikut:

- Keanggotaan keluaran untuk kincir : L, M, H.
- Keanggotaan keluaran untuk pompa asam : ZA, MA, HA.
- Keanggotaan keluaran untuk pompa basa : ZB, MB, HB.



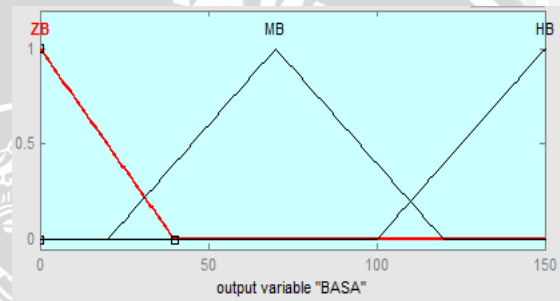
Gambar 6. Fungsi keanggotaan keluaran Kincir

Untuk range output kincir maksimal 80 (0 – 80) yang dinyatakan dalam PWM dari keluaran driver BTS7960.



Gambar 7. Fungsi keanggotaan keluaran Pompa asam

Untuk range output pompa asam maksimal 250 (0 – 250) yang dinyatakan dalam PWM dari keluaran driver BTS7960.



Gambar 8 Fungsi keanggotaan keluaran Pompa basa

Untuk range output pompa basa maksimal 150 (0 – 150) yang dinyatakan dalam PWM dari keluaran driver BTS7960.

Berikut ini merupakan aturan fuzzy yang digunakan

Tabel 1 Aturan Fuzzy

RULE	Error pH					
	NB	NS	Z	PS	PB	
Error suhu	NB1	H HA ZB	H MA ZB	H ZA ZB	H ZA MB	H ZA HB
	NS1	M HA ZB	M MA ZB	M ZA ZB	H ZA MB	H ZA HB
	Z1	L HA ZB	L MA ZB	L ZA ZB	M ZA MB	M ZA HB

Kincir
 Pompa Asam
 Pompa Basa

G. Diagram Alir

Flowchart program merupakan gambaran alur proses program yang dilakukan oleh kontroler pada saat implementasi. Digram alir dapat dilihat dalam Gambar 9.



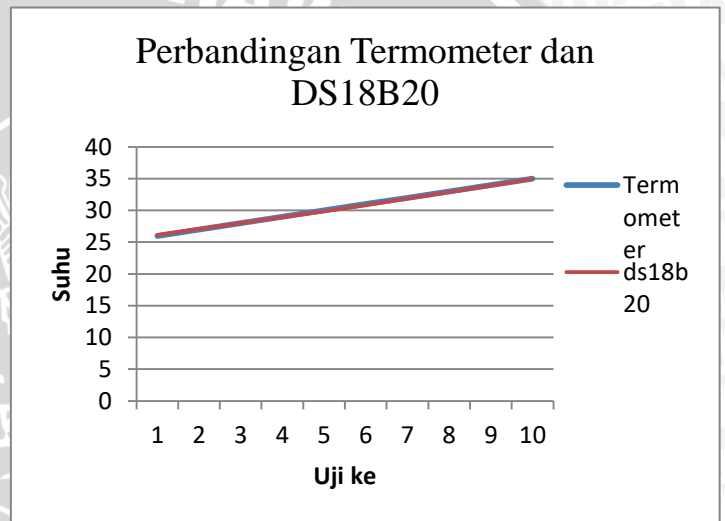
Gambar 9. Diagram Alir

III. PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

A. Pengujian sensor suhu

Pengujian sensor suhu dengan cara membandingkan hasil pembacaan sensor dengan hasil pembacaan termometer . dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan pembacaan sensor suhu. Hasil pengujian dapat dilihat dalam Tabel 2. Tabel 2 Hasil pengujian sensor suhu

No	Termometer	Sensor DS18B20	Error (%)
1	26	26,13	0,5
2	27	27,08	0,3
3	28	28,02	0,07
4	29	28,93	0,24
5	30	29,87	0,43
6	31	30,81	0,61
7	32	31,87	0,41
8	33	32,87	0,4
9	34	33,90	0,3
10	35	34,93	0,2
Rata Rata Error			0,35



Gambar 10. Grafik Perbandingan Termometer dengan DS18B20

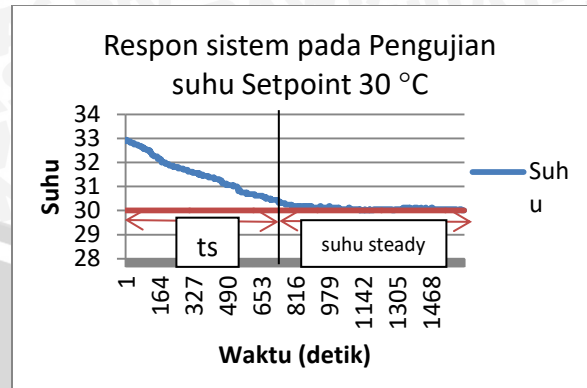
Hasil pengujian menunjukkan bahwa suhu yang terbaca oleh sensor sudah sama atau mendekati hasil pembacaan thermometer, hal ini menunjukkan bahwa sensor suhu sudah bekerja dengan baik.

B. Pengujian sensor pH

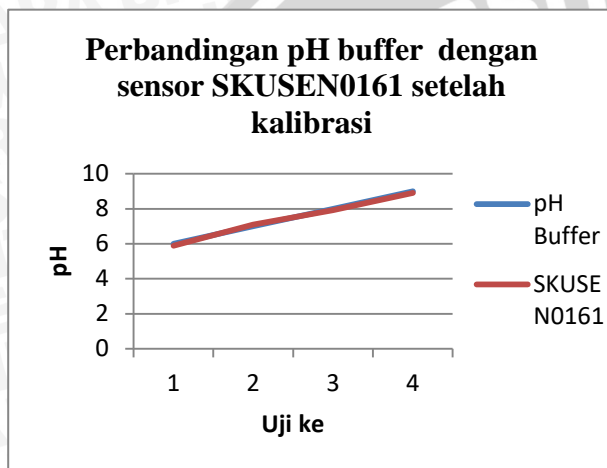
Pengujian sensor pH dengan cara membandingkan hasil pembacaan sensor dengan pH Buffer yang telah diketahui derajat keasamannya . dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan pembacaan sensor pH. Hasil pengujian dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian sensor pH

No	pH Buffer	Rata Rata
1	6	5,90
2	7	7,09
3	8	7,91
4	9	8,91



Gambar 12. Respon untuk suhu

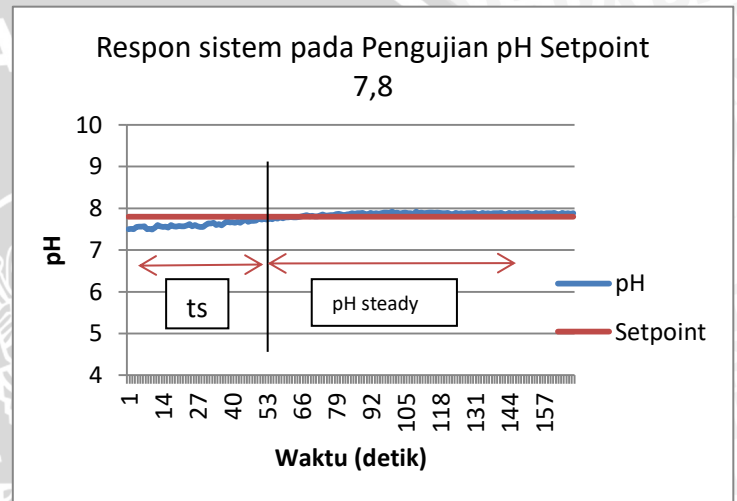


Gambar 11 Grafik perbandingan pH Buffer dan sensor pH

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pH yang terbaca oleh sensor sudah sama atau mendekati derajat keasaman pH buffer, hal ini menunjukkan bahwa sensor pH sudah bekerja dengan baik

C. Pengujian keseluruhan sistem

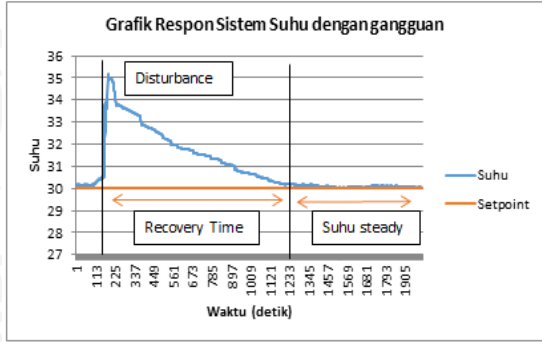
Pengujian sistem secara keseluruhan ini dilakukan untuk mengetahui kinerja perangkat keras dan perangkat lunak serta mengetahui respon keseluruhan sistem dengan kontroler logika fuzzy dengan setpoint pH 7,8 dan suhu 30 °C. Dari pengujian sistem keseluruhan dihasilkan respon sistem seperti pada Gambar 12 dan Gambar 13.



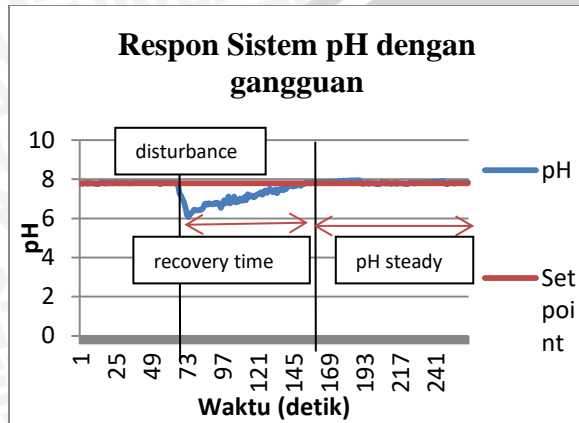
Gambar 13. Respon untuk pH

Berdasarkan hasil pengujian diatas diperoleh error steady state untuk suhu sebesar 0,4% dengan diperoleh settling time sebesar 749 detik dan error steady state untuk pH sebesar 0,38% diperoleh settling time sebesar 60 detik.

Tujuan sistem diberi gangguan untuk mengetahui respon sistem ketika kembali dalam kondisi steady state. Gangguan yang diberikan pada sistem untuk pengujian respon suhu berupa air dengan suhu 80°C sebanyak 1 L dan untuk gangguan pada sistem untuk pengujian respon pH adalah cairan asam sebanyak 0,5 mL. Hasil pengujian yang diberi gangguan dapat dilihat dalam Gambar 14 dan Gambar 15.



Gambar 14. Respon suhu dengan gangguan



Gambar 15. Respon pH dengan gangguan

Berdasarkan hasil pengujian dengan gangguan pada sistem didapatkan hasil *error steady state* untuk suhu sebesar 0,47% dengan *recovery time* sebesar 1063 detik dan *error steady state* untuk pH sebesar 1,28% dengan *recovery time* sebesar 77 detik.

Berdasarkan analisis kinerja pengujian sistem secara keseluruhan, maka dapat disimpulkan bahwa sistem pengendalian pH dan suhu pada budidaya udang di tambak dapat berjalan dengan baik menggunakan kontrol logika *fuzzy* dimana sistem dapat mempertahankan pH dan suhu sesuai dengan *setpoint*.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam sistem pengendalian suhu dan pH dengan kontrol logika *Fuzzy* pada tambak udang. Setelah diimplementasikan dengan *setpoint* suhu 30 °C memiliki *error steady state*

sebesar 0,4%. Sedangkan untuk *setpoint* pH 7,8 memiliki *error steady state* sebesar 0,38%.

2. Hasil pengujian sistem ketika diberi gangguan dengan menggunakan logika *Fuzzy* dengan rancangan *input* suhu memiliki 3 fungsi keanggotaan masukan, *input* pH 5 fungsi keanggotaan masukan dan 3 fungsi keanggotaan keluaran. Metode KLF yang digunakan metode mamdani dengan inferensi *Min-Max*. Untuk kembali dalam keadaan *steady state* masing masing memiliki *error steady state* sebesar 0,47% untuk suhu dengan *recovery time* sebesar 1063 detik dan 1,28% untuk pH dengan *recovery time* sebesar 77 detik. Hasil uji kelayakan sistem menunjukkan telah sesuai dengan tujuan dengan parameter jumlah sisa udang yang hidup.

B. Saran

Adapun saran – saran untuk menyempurnakan kerja sistem dan pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut :

1. Penempatan aktuator tangki mempengaruhi mempengaruhi keluarnya kuantitas cairan asam dan basa. Untuk penelitian selanjutnya, Sebaiknya penempatan disesuaikan dengan tinggi miniatur tambak.
2. Untuk pengembangan selanjutnya dalam penerapan dengan udang langsung, sebaiknya sirkulasi air juga di perhatikan secara terus menerus.
3. Volume tangki aktuator lebih baik menggunakan dengan ukuran yang lebih besar agar lebih efisien.
4. Perancangan sistem *hardware* seharusnya memperhitungkan ukuran *Plant* karena berkaitan dengan penggunaan aktuator dalam sistem.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chanratchakool, P., J.F. Turnbull., and C. Limsuwan. 1994 Health Management in Shrimp Ponds. Aquatic Animal Health Research Institute, Thailand
- [2] Subaidah,S.,S. Pramudjo, dan Manijo.2009. pembenihan udang vannamei. Situbondo. Seleksi standardisasi dan informasi balai budidaya air payau.
- [3] Tim Perikanan WWF-Indonesia. 2014. Better Management Practices . Budidaya udang vanmei. Jakarta. WWF-Indonesia.
- [4] Lee, C. 1990. Fuzzy Logic in Control System:Fuzzy Logic Controller Part I. IEEE.
- [5] Kusumadewi, Sri 2003. “Aplikasi Logika Fuzzy” Jakarta: Graha Ilmu

[6] Yan, J. 1994. Using Fuzzy Logic. London: Prentice Hall

