

# KONTROL SUHU DAN JUMLAH MATERIAL TERLARUT DALAM AIR AKUARIUM MENGGUNAKAN PROPORTIONAL KONTROLER

Magi Dedi Kusbiantoro, Andriani Parastiwi, Hari Kurnia Safitri

**Abstrak** – Kontrol suhu dan jumlah material terlarut dalam air akuarium sangat penting bagi orang yang hobi memelihara ikan hias air tawar. Dengan dibuatnya alat pengontrol suhu dan jumlah material terlarut dalam air akuarium ini dapat memudahkan para pecinta ikan hias air tawar dalam pembudidayaan dan pemeliharaan ikan hias. Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroler dari alat ini, *thermocouple type K* sebagai sensor suhu, sensor TDS sebagai sensor untuk mendeteksi jumlah material yang terlarut dalam air dan sensor *ultrasonic* untuk mendeteksi volume air dengan aktuator pompa motor DC dan heater. Alat ini menggunakan metode Proportional kontroler yang nantinya akan diolah oleh Arduino Mega 2560. Prinsip kerja alat ini menyesuaikan suhu dan jumlah material terlarut dalam air dengan *setpoint* yang sudah ditentukan. Apabila suhu dalam air akuarium kurang dari *setpoint* dengan *setpoint* 32°C maka heater akan menyala dan jika jumlah material terlarut melebihi *setpoint* dengan *setpoint* 20 ppm maka pompa motor DC akan *ON*. Metode Proportional dapat menyetabilkan suhu dan jumlah material dalam air akuarium dengan suhu 28°C dan 20 ppm tetapi waktu untuk menuju *setpoint* memakan waktu cukup lama.

Magi Dedi Kusbiantoro adalah Mahasiswa D4 Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, email: [magi.dedi.kusbiantoro@gmail.com](mailto:magi.dedi.kusbiantoro@gmail.com)

Andriani Parastiwi, Dr., B.SEET., MT adalah Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang.

Hari Kurnia Safitri, ST., MT adalah Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang.

**Kata Kunci** – Suhu, Material Terlarut, Proportional Kontroler.

## I. PENDAHULUAN

Bagi penggemar ikan hias air tawar, salah satu kesulitan yang dialami adalah memantau suhu air dan kadar material terlarut dalam air akuarium. Karena jika material terlarut banyak maka akan menyebabkan ikan hias akan mati/sakit [9]. Maka dari itu betapa pentingnya menjaga air dalam akuarium agar tetap jernih. Suhu juga merupakan salah satu faktor pembatas di suatu perairan. Suhu

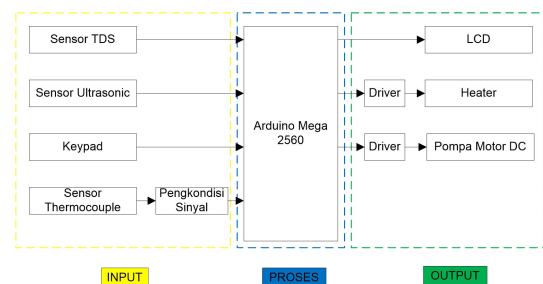
yang tinggi dapat menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme yang berakibat terhadap peningkatan konsumsi oksigen. Ikan hias memerlukan suhu optimal sekitar 24-28°C [11]. Jika suhu lebih tinggi dari 28°C atau suhu cukup hangat, respon makan ikan tinggi. Akibatnya, pertumbuhan lebih cepat dan koi menjadi gemuk, kulit berkembang, tetapi warna ikan akan menjadi pudar. Suhu yang terlalu rendah atau kurang dari 24°C cukup bagus untuk perkembangan warna, namun, nafsu makan koi menjadi berkurang.[10]

Oleh karena itu penulis pada kesempatan kali ini membuat sebuah alat untuk mengontrol suhu dan jumlah material dengan menggunakan Proportional kontroler. Arduino sebagai kontroler untuk mengendalikan pompa DC, sensor TDS, Heater, Thermocouple dan Sensor Ultrasonic. Input dari mikrokontroler berupa sensor thermocouple type K untuk pembacaan suhu yang di ukur, sensor TDS untuk mengetahui berapa jumlah material yang terlarut dalam air dan sensor ultrasonic untuk mengatur volume air.

## II. METODE PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merencanakan suatu sistem pengontrolan suhu dan jumlah material terlarut dalam air akuarium menggunakan proportional kontroler. Dalam pengerjaannya penelitian ini terbagi menjadi 3 bagian, yaitu perancangan mekanik, perancangan rangkaian elektronik, dan perancangan perangkat lunak.

### A. Prinsip Kerja Alat



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

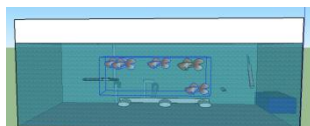
Prinsip kerja dari sistem pengontrol suhu dan jumlah material terlarut dalam air akuarium ini adalah ketika saklar *ON* di tekan maka sensor TDS akan membaca jumlah material yang terlarut dalam

air, sensor membaca suhu air akuarium dan sensor *ultrasonic* volume air yang berada didalam akuarium. Jika ketiganya tidak sesuai dengan *set point* maka akan disesuaikan dengan *set point* dengan perintah yang diberikan oleh *controller* Arduino. Tetapi yang akan dieksekusi terlebih dahulu oleh *controller* ketika ketiga variable tersebut tidak memenuhi *set point* adalah jumlah material yang terlarut dalam air akuarium. Ketika air dalam akuarium tidak sesuai dengan *set point* maka pompa motor DC yang sudah dikontrol dengan menggunakan metode Proportional akan berputar untuk menghisap air didalam akuarium.

Semakin banyak jumlah material yang terlarut dalam air akuarium maka akan semakin cepat pula pompa motor DC akan menghisap air agar cepat menyesuaikan dengan *set point*. Ketika proses penghisapan air terjadi maka sensor ultrasonic pun akan memca volume air yang ada di akuarium. Ketika volume air tidak sesuai dengan *set point* maka pompa motor DC untuk pengisian air akuarium akan berputar agar sesuai dengan *set point* yang sudah ditentukan. Semakin jauh volume air dari *set point* yang sudah ditentukan maka akan semakin cepat pula pompa motor DC akan berputar untuk melakukan pengisian air.

Setelah jumlah material yang terlarut dalam air dan volume air dalam akuarium sudah memenuhi *set point* yang sudah ditentukan maka heater akan *ON* untuk menyetabilkan suhu air akuarium apabila suhu kurang dari *set point*. Tetapi jika suhu air dalam akuarium melebihi *set point* maka pompa motor hisap akan berputar untuk menghisap air dalam akuarium agar suhu air akuarium sesuai dengan *set point*. Ketika proses penghisapan air terjadi maka pompa motor DC untuk pengisian air akuarium juga akan berputar untuk menyetabilkan volume air didalam akuarium.

B. Perancangan Mekanik



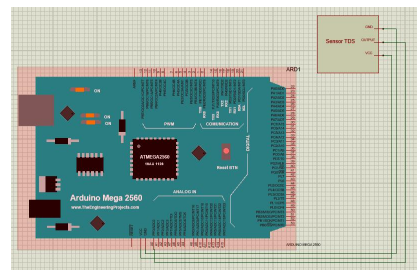
Gambar 2. Desain mekanik tampak depan

Desain mekanik akuarium terbuat dari akrilik dengan ketebalan 5mm yang berukuran 80cmx50cmx50cm.

C. Perancangan Elektronik

➤ Perancangan Sensor TDS

Sensor yang digunakan untuk pembacaan jumlah material terlarut dalam air akuarium adalah sensor TDS.



Gambar 3. Perancangan Rangkaian Sensor TDS dengan Arduino Mega 2560

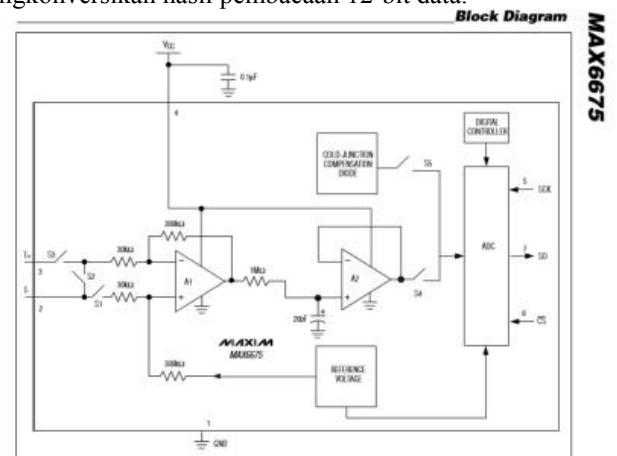
Untuk memastikan sensor ini dapat digunakan dengan baik pada saat percobaan, maka sensor ini perlu dikalibrasi terlebih dahulu. Untuk proses kalibrasi penulis membandingkan hasil pembacaan dari sensor TDS dengan TDS Meter yang sudah tersedia dipasaran dengan mencelupkannya secara bersamaan.

➤ Perancangan Sensor Thermocouple

Perancangan dan pembuatan rangkaian thermocouple type K ini dilakukan untuk mengetahui apakah perubahan suhu dapat dibaca dengan baik oleh thermocouple yaitu dengan cara membandingkan hasil pengukuran thermocouple dengan thermometer. Agar pembacaan sensor thermocouple dapat dibaca oleh arduino dengan baik, thermocouple membutuhkan pengkondisi sinyal MAX6675

• Rangkaian Pengkondisi Sinyal MAX 6675

Max 6675 adalah module untuk pengkondisi sinyal thermocouple type K. Data output memiliki resolusi 12-bit dan mendukung komunikasi SPI mikrokontroler. Dan dapat dibaca dengan mengkonversikan hasil pembacaan 12-bit data.



Gambar 4. Block Diagram MAX6675

Fungsi dari termokopel adalah untuk mengetahui perbedaan temperature di bagian ujung dari dua bagian metal yang berbeda dan disatukan. Termokopel tipe *hot junction* dapat mengukur mulai dari 0°C sampai +1023,75°C. MAX6675 memiliki

bagian ujung *cold end* yang hanya dapat mengukur -20°C sampai +85°C. Pada saat bagian *cold end* MAX6675 mengalami fluktuasi suhu maka MAX6675 akan tetap dapat mengukur secara akurat perbedaan temperature pada bagian yang lain. MAX6675 dapat melakukan koreksi atas perubahan pada temperature ambient dengan kompensasi *cold-junction*.

Device mengkonversi temperature ambient yang terjadi ke bentuk tegangan menggunakan sensor temperature diode. Untuk dapat melakukan pengukuran actual, MAX6675 mengukur tegangan dari output termokopel dan tegangan dari sensing diode. Performance optimal MAX6675 dapat tercapai pada waktu termokopel bagian *cold-junction* dan MAX6675 memiliki temperature yang sama. Hal ini untuk menghindari penempatan komponen lain yang menghasilkan panas didekat MAX6675.

Untuk mendapatkan nilai suhu pada termokopel tipe-K, perubahan tegangan sebesar 41µV/°C dengan menggunakan pendekatan karakteristik dapat menggunakan rumus dibawah ini:

$$V_{OUT} = (41\mu V / ^\circ C) 5 (T_R - T_{AMB}) \dots\dots\dots (1)$$

Dengan:

$V_{OUT}$  = Voutput termokopel (µV)

$T_R$  adalah teremperatur remote junction (°C)

$T_{AMB}$  adalah temperature ambient (°C)

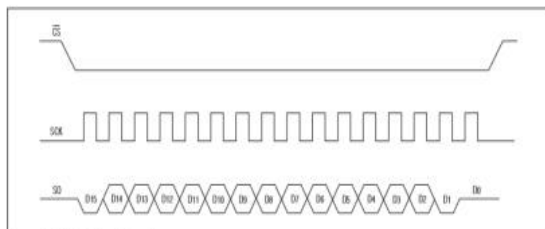


Figure 1a Serial Interface Protocol

Gambar 5. Serial Interface Protocol

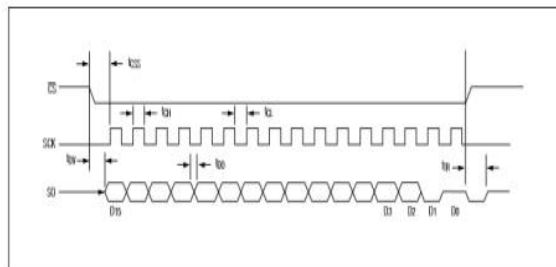
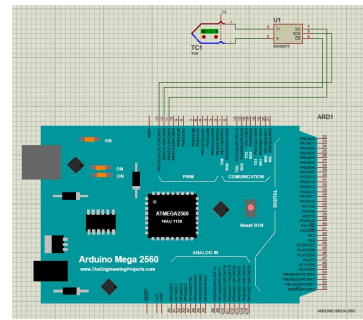


Figure 1b Serial Interface Timing

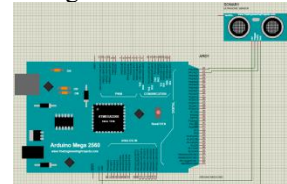
Gambar 6. Serial Interface Timing



Gambar 7. Perancangan sensor Thermocouple type K

➤ Perancangan Sensor Ultrasonic SRF05

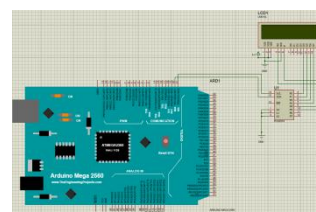
Sensor Ultrasonic SRF05 adalah sensor yang digunakan untuk membaca volume air dalam air akuarium. Dalam perancangan ini sensor ultrasonic SRF05 ini memiliki 5 pin, tetapi yang digunakan hanyalah 4 pin yaitu pin VCC, GND, Echo dan Triger. Keempat pin tersebut masing-masing dihubungkan ke pin-pin arduino. Pin VCC dari sensor dihubungkan ke pin 5V pada Arduino Mega 2560, pin GND dari sensor dihubungkan ke pin GND pada Arduino Mega 2560, pin Echo dari sensor dihubungkan ke pin 23 pada Arduino Mega 2560, dan pin Triger dari sensor dihubungkan ke pin 22 pada Arduino Mega 2560.



Gambar 8. Perancangan Sensor Ultrasonic SRF05

➤ Perancangan LCD

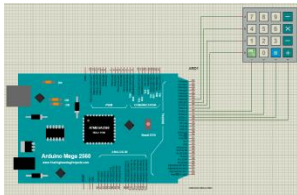
Perancangan LCD berfungsi untuk menampilkan jumlah material terlarut dan suhu air. LCD yang digunakan adalah LCD 16x2 dan ada komponen pendukung yaitu I2C yang berfungsi untuk menghemat pin yang digunakan untuk koneksi antara Arduino Mega 2560 dengan LCD. Hanya dengan memasang 16 pin *female* pada LCD pada 16 pin *male* pada I2C akan menghemat *port* pada Arduino Mega 2560 karena output pada I2C hanya terdiri dari 4 pin, yaitu GND (untuk dipasang pada GND Arduino Mega 2560), VCC (untuk dipasang pada pin power 5V pada Arduino Mega 2560), SDA (*Serial Data*), dan SCL (*Serial Clock*).



Gambar 9. Perancangan LCD

➤ Perancangan Keypad

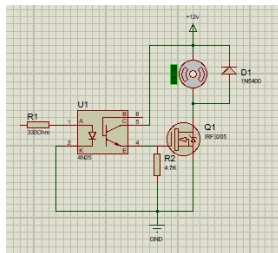
Jenis *keypad* yang digunakan dalam sistem ini adalah keypad matrix4x4. Perancangan keypad disini berfungsi sebagai perangkat yang digunakan untuk memasukkan data input sesuai keinginan pada sistem.



Gambar 10. Perancangan Keypad

➤ Perancangan Driver Pompa Motor DC

Rangkaian ini digunakan untuk proses penghisapan dan pengisian untuk air akuarium. Rangkaian ini dikontroler oleh mikrokontroler. Pompa motor DC yang digunakan dalam sistem ini memiliki tegangan sumber 12V dan arus sebesar 2,3A. Sedangkan rangkaian *Driver Pompa Motor DC* ini menggunakan IRF540 yang memiliki arus Drain maksimal mencapai 98A. Gambar untuk rangkaian *Driver Fan DC* ditunjukkan pada gambar 3.6 sebagai berikut :

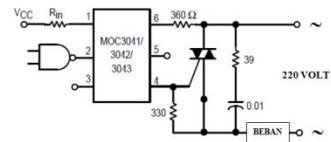


Gambar 11. Driver Pompa Motor DC

➤ Perancangan Driver Heater

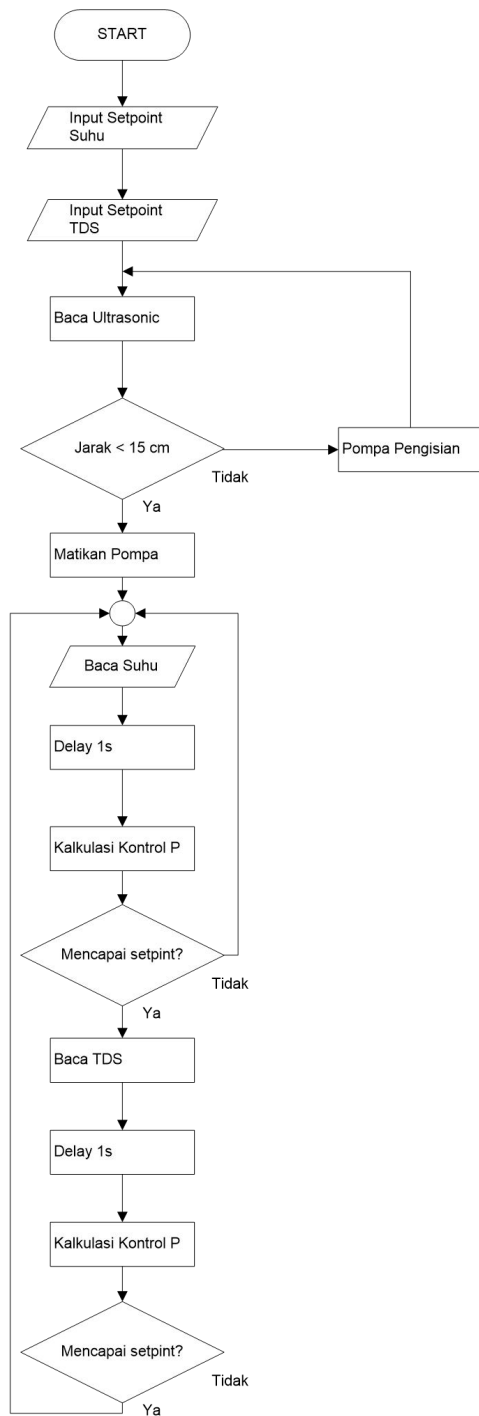
Pengontrolan Suhu digunakan agar nilai suhu dapat sesuai dengan nilai *set point* yang ditentukan. Ketika suhu melebihi nilai *set point*, maka kontrol suhu akan menurunkan daya heater dengan mengatur sudut picu penyalan rangkaian pengontrol suhu. Driver tegangan AC ini sudah tertanam secara built in *Zero Crossing Detector* yang berfungsi mendeteksi gelombang sinus AC 220 V saat melewati titik tegangan nol. Seberangan titik nol yang dideteksi adalah peralihan dari negatif menuju positif, sedangkan titik nol ini merupakan acuan yang akan digunakan sebagai awal pemberian nilai waktu tunda (*delay time*) untuk pemacu penyalan triac.

Komponen utama dari rangkaian *driver* ini dapat menggunakan thyristor. Karena pada penelitian ini menggunakan metode Proportional dan mampu dibebani arus sebesar 4A, maka rangkaian *driver* yang digunakan harus mampu melakukan control *zero point switching techniques* terhadap heater. Sehingga komponen utama yang memenuhi kriteria sebagai saklar yaitu BT139 yang memiliki arus maksimum 16A dan tegangan maksimum 600V.



Gambar 12. Rancangan rangkaian driver heater

D. Perancangan dan Pembuatan Software



Gambar 13. Flowchart Perancangan Software

- E. Perancangan dan Pembuatan Kontrol Proportional
- Perancangan dan Pembuatan Kontrol Proportional Sensor TDS



Gambar 14. Respon Plant Sensor TDS

Gambar diatas merupakan respon dari sistem yang di dapat dari percobaan menggunakan sistem *open loop*. Grafik gambar di atas menurun dikarenakan untuk mencari respon sistem ketika mengurangi material terlarut dalam air. Dari gambar tersebut didapatkan nilai  $T_{dead} = 557$  s yang merupakan lama waktu yang dibutuhkan saat gangguan hingga terjadi. Nilai  $M_u = 20$  yang merupakan nilai akhir yang mencapai respon pada kondisi stabil  $X_o = 19$  yang merupakan nilai perubahan dari sistem.

- Perancangan dan Pembuatan Kontrol Proportional Sensor Thermocouple

Gambar 15. Respon Plant Sensor Thermocouple

Gambar diatas merupakan respon dari sistem yang di dapat dari percobaan menggunakan sistem *open loop*. Dari gambar tersebut didapatkan nilai  $T_{dead} = 13$  s yang merupakan lama waktu yang dibutuhkan saat gangguan hingga terjadi. Nilai  $M_u = 30$  yang merupakan nilai akhir yang mencapai respon pada kondisi stabil  $X_o = 31$  yang merupakan nilai perubahan dari sistem.

### III. HASIL DAN ANALISA

#### 3.1 Pengujian Rangkaian LCD

Pengujian rangkaian ini sebatas pengeluaran data dari Arduino Mega untuk ditampilkan di *display* LCD. Sebelumnya program ditulis dengan menggunakan bahasa c. dan dengan compailer arduino.



Gambar 16. Pengujian LCD

#### 3.2 Pengujian sensor TDS

Pengujian sensor TDS dilakukan dengan cara membandingkan pembacaan dengan TDS meter. Pengujian dilakukan berdasarkan kenaikan jumlah material terlarut dalam air.

4.2 Tabel pengujian sensor TDS

No	Sensor TDS ( ppm )	TDS meter ( ppm )	Error (%)
1.	10	10	0
2.	20	21	5
3.	30	30	0
4.	40	41	2,5
5.	50	53	6
6.	60	62	3,33
7.	70	73	4,2
8.	80	81	1,25
9.	90	93	3,33
10.	100	103	3

Dari hasil pengujian pembacaan sensor TDS menunjukkan bahwa sensor TDS masih memiliki error dengan rata-rata 2,861%, namun error ini masih terbilang kecil dan sensor TDS masih dapat digunakan untuk pengukuran jumlah material terlarut dalam air.

3.3 Pengujian sensor thermocouple type K

Pengujian Thermocouple dilakukan dengan membandingkan pembacaan dengan thermometer. Pengujian dilakukan berdasarkan kenaikan perubahan suhu.

4.1 Tabel pengujian sensor thermocouple type K

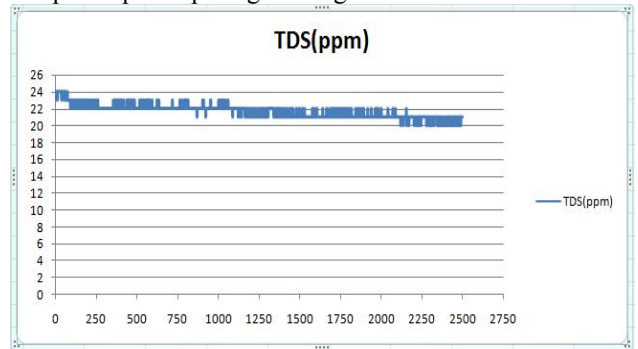
No	Thermocouple ( °C )	Thermometer ( °C )	Error (%)
1.	27	27	0
2.	28	27	3,5
3.	29	29	0
4.	30	30	0
5.	31	30	3,2
6.	32	32	0
7.	33	33	0
8.	34	34	0
9.	35	34	3,5

Hasil pengujian pembacaan sensor thermocouple menunjukkan bahwa masih memiliki error rata-rata 1,05%, namun error masih terbilang kecil sehingga sensor thermocouple masih dapat digunakan sebagai sensor suhu.

3.4 Hasil Pengujian Sensor TDS Dengan Kontrol Proportional

Setelah melakukan perhitungan pada perancangan kontrol P, maka didapat nilai  $K_p = 131,25$  kemudian nilai tersebut akan dimasukkan

pada kontrol melalui program di arduino. Sehingga didapat respon seperti gambar grafik dibawah ini.

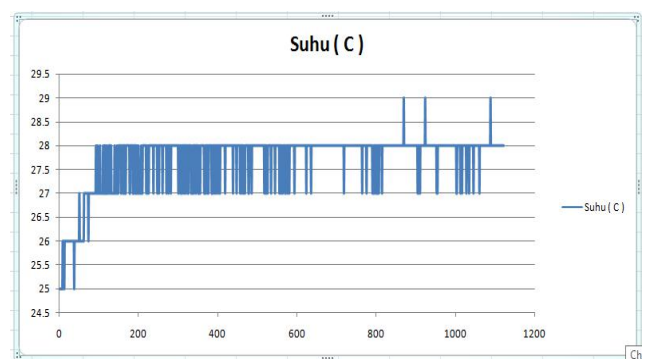


Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian Setelah Diberi Nilai  $K_p$

Dari hasil pengujian sistem dengan nilai ppm awal 24 ppm dan *setpoint* 20 ppm didapatkan grafik seperti Gambar 4.2. Pada saat 24ppm motor berputar dengan cepat dengan voltage 12,02 V<sub>DC</sub> dikarenakan kadar material terlarut yang terbaca masih jauh dari *setpoint*. Tetapi ketika kadar material terlarut dalam air sudah mendekati *setpoint* yaitu 21 ppm maka kecepatan motor akan berkurang menjadi 4,37 V<sub>DC</sub>. Dan ketika kadar material terlarut sudah mencapai set point maka motor akan mati dengan tegangan 0 V<sub>DC</sub>.

3.5 Hasil Pengujian Sensor Thermocouple Dengan Kontrol Proportional

Setelah melakukan perhitungan pada perancangan kontrol P, maka didapat nilai  $K_p = 139,19$  kemudian nilai tersebut akan dimasukkan pada kontrol melalui program di arduino. Sehingga didapat respon seperti gambar grafik dibawah ini.



Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian Setelah Diberi Nilai  $K_p$

Dari hasil pengujian sistem dengan nilai suhu awal 25°C dan *setpoint* 28°C ppm didapatkan grafik seperti Gambar 4.3. Kenaikan suhu di dalam akuarium juga dapat dipengaruhi dari suhu ruang. Pada saat suhu yang terbaca pada akuarium jauh dari *setpoint* yaitu 25°C maka heater akan ON dengan tegangan 219 V<sub>AC</sub>. Tetapi ketika suhu dalam air sudah mendekati *setpoint* yaitu 27°C maka tegangan pada heater menjadi 109 V<sub>AC</sub>. Dan ketika suhu sudah

mencapai set point maka heater akan mati dan dengan tegangan 0  $V_{AC}$ .

#### IV. PENUTUP

##### A. Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan :

1. Sensor *TDS* dapat di implementasikan untuk mendeteksi jumlah material terlarut dalam air, Sensor *Thermocouple type K* dapat di implementasikan untuk mendeteksi suhu air dan *Sensor Ultrasonic SRF05* dapat di implementasikan untuk mendeteksi volume air
2. Dengan kontroler Proportional pompa motor DC dan Heater dapat dikontrol dengan mengatur PWM.
3. Dengan menggunakan kontrol Proportional, respon suhu dan jumlah material terlarut yang dihasilkan mampu menstabilkan suhu dan jumlah material terlarut yang diinginkan.
4. Suhu air dapat distabilkan, namun membutuhkan waktu yang cukup lama dikarenakan ukuran akuarium yang cukup besar dan hanya menggunakan 1 heater.
5. Kadar material terlarut dalam air akuarium dapat distabilkan, namun membutuhkan waktu yang cukup lama dikarenakan filter yang digunakan untuk penyaringan kotoran ikan hanya melalui 1 step saja.

##### B. Saran

Rancangan yang telah dibuat ini masih perlu adanya perbaikan agar dapat bekerja secara optimal. Ada beberapa hal yang direkomendasikan untuk pengembangan lebih lanjut diantaranya:

1. Sebaiknya untuk tempat heater yang digunakan berjumlah 2 buah atau dengan cara memperkecil ukuran akuarium.
2. Sebaiknya untuk mempercepat penyetabilan jumlah material terlarut dalam air dapat menggunakan filter air yang lebih baik yang melalui beberapa step untuk mempercepat pengurangan jumlah material terlarut dalam air.
3. Pada skripsi ini dapat menggunakan metode kontrol lainnya selain kontrol Proportional.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Maylita, Martani, Endarko. 2014. *Perancangan Dan Pembuatan Sensor TDS Pada Proses Pengendapan  $CaCO_3$  Dalam Air Dengan Metode Pelucutan Elektron Dan Medan Magnet*. Jurnal Jurusan Fisika, FMIPA. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November.
- [2] Rifa'i, Muhammad. 2012. *Modul Ajar Mesin-Mesin Listrik*. Malang: Politeknik Negeri Malang.
- [3] Ika. 2014. *Pengontrolan Suhu Steamer Kerupuk Bawang Menggunakan Logika Fuzzy Mamdani*. Skripsi Program Studi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro. Malang : Politeknik Negeri Malang
- [4] Aydan, Habib. 2015. *Implementasi Kontrol PID Pada Motor DC Sebagai Penggerak Robot Beroda 4WD Omni Wheels dengan Metode Wall Following*. Skripsi Program Studi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro. Malang : Politeknik Negeri Malang
- [5] Muhammad, Didi. 2015. *Pompa Air Aquarium Menggunakan Solar Panel*. Jurnal Program Studi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro. Batam : Politeknik Negeri Batam.
- [6] Krisnu, Tantrayana. 2014. *Pengaruh Waktu dan suhu terhadap Kadar Air Dalam Pengerinan Kopra*. Skripsi Jurusan Teknik Elektro. Politeknik Negeri Malang.
- [7] Krismanto, Aven. 2014. *Pengaruh Suhu dan Waktu pada Otomasi Pirolisis Berbahan Baku Tempurung Kelapa Sebagai Penghasil Asap Cair*. Skripsi Jurusan Teknik Elektro. Politeknik Negeri Malang.
- [8] Winoto, Ardi. 2008. *Mikrokontroler AVR ATmega 8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa Pada WinAVR*. Bandung: Penerbit Informatika.
- [9] Budi, Agung. 2014. *Sistem Pengganti Air Berdasarkan Kekeruhan Dan Pemberi Pakan Ikan Pada Akuarium Air Tawar Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega 16*. Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasi ASIA. Malang : STMIK Asia Malang Meisyaroh, Ika Dewi 2014. *Pengontrolan Suhu Steamer Kerupuk Bawang Menggunakan Logika Fuzzy Mamdani*. Skripsi Jurusan Teknik Elektro. Politeknik Negeri Malang.
- [10] Lela, Iskandar, Sri. 2011. *Kelangsungan Hidup Dan Pertumbuhan Ikan Rainbow Merah (*Glossolepis Incisus* Weber) Dan Lobster Air Tawar (*Cherax Quadricarinatus*) Dengan Penebaran Yang Berbeda Pada Polikultur Sistem Resirkulasi*. Jurnal

- Perikanan dan Kelautan, Alumni Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Unpad
- [11] Nestya, Azarul, Zahwa. 2015. Aplikasi Teknologi Filtrasi Air Kolam Modern Untuk Meningkatkan Produktivitas Koi Pada Pembudidaya Sulfat Koi Kecamatan Belimbing Kota Malang. Malang : Universitas Brawijaya Malang
- [12] <http://www.alldatasheet.com/>
- [13] [www.electrical4u.com](http://www.electrical4u.com)