

PROTOTIPE SISTEM *MONITORING* DAN KONTROL SUHU AIR PADA KOLAM IKAN NILA BERBASIS *ARDUINO UNO* DAN *CAYENNE*

Muhammad Palestin¹⁾, Rozeff Pramana, S.T., M.T.,²⁾ Eko Prayetno, S.T., M.Eng.³⁾

Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji.
¹⁾Mahasiswa, ²⁾Pembimbing I, ³⁾Pembimbing II
Email : mpales7@gmail.com¹⁾, rozeff_p@yahoo.co.id²⁾, prayetnoeko_ah@ymail.com³⁾

ABSTRAK

Suhu adalah parameter yang sangat penting dalam kegiatan budidaya ikan. Suhu air memiliki pengaruh yang dominan terhadap kelangsungan kehidupan ikan, termasuk ikan nila. Suhu air yang optimal untuk budidaya ikan nila adalah 25–30 °C. Menjaga suhu air kolam agar selalu dalam kondisi optimal memerlukan pemantauan dan pengontrolan secara terus-menerus, karena suhu dapat berubah akibat pengaruh cuaca dan lingkungan. Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem yang bisa memantau dan mengontrol secara otomatis suhu air pada kolam ikan nila melalui jaringan internet. Penelitian ini menggunakan metode komparatif, dalam pengujian sensor suhu yang digunakan, hasil pembacaannya dibandingkan dengan *thermometer*. Sistem ini menggunakan mikrokontroler *Arduino Uno*, sensor suhu *DS18B20*, perangkat pemanas dan pendingin, serta aplikasi *Cayenne*. Sistem *monitoring* yang dirancang dapat memberikan informasi kondisi suhu air secara *realtime*. Sistem kontrol (pendingin dan pemanas) akan menyala secara otomatis ketika suhu berada diluar rentang normal. Pada penerapan sistem keseluruhan untuk air dengan volume 3 liter, saat kondisi suhu diluar rentang normal, sistem pendingin mampu mengembalikan suhu ke rentang normal dalam waktu ±3 menit, sedangkan sistem pemanas membutuhkan waktu ±20 detik. Terjadi kesenjangan antara proses pendinginan dengan pemanasan, hal ini disebabkan konsumsi daya perangkat pemanas jauh lebih besar dibanding perangkat pendingin.

Kata Kunci : *Arduino Uno*, *Cayenne*, ikan nila, sensor suhu *DS18B20*, *monitoring*, kontrol

1. Latar Belakang

Suhu merupakan parameter yang sangat penting untuk diperhatikan dalam kegiatan budidaya ikan. Suhu air memiliki pengaruh yang dominan terhadap kelangsungan kehidupan ikan, termasuk ikan nila. Meskipun ikan nila merupakan jenis ikan yang memiliki toleransi tinggi terhadap lingkungannya dan dapat hidup pada rentang suhu yang cukup besar antara 14 – 38 °C, namun suhu air yang optimal untuk budidaya ikan nila adalah 25 – 30 °C (BBPBAT, 2016). Pada suhu 25 – 30 °C,

pertumbuhan dan perkembangbiakan ikan nila akan menjadi optimal.

Pemantauan dan pengontrolan secara terus-menerus diperlukan untuk dapat menjaga suhu air kolam selalu dalam kondisi optimal, karena suhu air kolam dapat berubah akibat pengaruh cuaca dan lingkungan. *Monitoring* dan kontrol suhu air kolam ikan dapat dilakukan dari jarak jauh dan secara otomatis dengan memanfaatkan teknologi yang dinamakan *IoT (Internet of Things)*. Hal ini tentunya

lebih efektif dibandingkan jika harus dilakukan secara manual.

Penelitian sebelumnya yang terkait dengan penelitian ini yaitu Pengontrolan Suhu Air Pada Kolam Pendederan dan Pembenihan Ikan Nila Berbasis *Arduino* (Simanjuntak, A.P. dan Pramana, R., 2013). Sistem dirancang menggunakan mikrokontroler *ATMega328P* dan *board Arduino* sebagai pusat kendali. Sistem ini dapat mendeteksi kenaikan dan penurunan suhu serta melakukan pengontrolan melalui sub sistem pemanas dan sirkulasi air. Apabila suhu melebihi nilai maksimum toleransi, maka sub-sistem sirkulasi akan diaktifkan dan sebaliknya jika suhu berada di bawah nilai minimum toleransi, maka sub-sistem pemanas akan diaktifkan. Keseluruhan nilai dapat dimonitor melalui *software* yang dirancang menggunakan *Microsoft Visual Basic 6.0*. Sistem secara umum dapat bekerja dalam dua *mode* yaitu *automatic mode* dan *manual mode*.

Penelitian berikutnya yang berkaitan adalah Pengontrolan Otomatis Suhu Air Pada Kolam Pembenihan Ikan Berbasis Komputer Mini (Pratama, R.M. dan Pramana, R., 2017). Sistemnya dirancang menggunakan komputer mini berjenis *Raspberry Pi 3 model B* dan menggunakan sensor suhu *DS18B20*. Dengan sistem tersebut dapat memantau suhu kolam pembenihan ikan menggunakan *web localhost* dengan jaringan *WLAN* yang dapat diakses melalui laptop dan *smartphone* dengan jarak maksimal 56 meter antara sistem dengan laptop dan *smartphone* dan dapat diakses selama *wifi* pada *tethering on*. Sistem tersebut membutuhkan waktu 2640 detik atau 44 menit untuk menaikkan suhu sebesar 1 °C, dan untuk menurunkan suhu sebesar 1 °C membutuhkan waktu 180 detik atau 3 menit.

Monitoring dan kontrol suhu air pada kolam ikan nila dalam penelitian ini menggunakan *Arduino Uno* sebagai pengendali mikro yang diberi modul tambahan *Ethernet Shield* untuk terhubung

dengan jaringan internet, sensor suhu, perangkat pemanas, perangkat pendingin, dan aplikasi *Cayenne* sebagai media penghubung *IoT*. Aplikasi yang digunakan juga tersedia dalam versi *mobile application* yang dapat diunduh pada *smartphone* dengan sistem operasi *Android* dan *iOS*.

2. Landasan Teori

a. Ikan nila

Menurut Mudjiman (2001), ikan nila termasuk jenis ikan pemakan segalanya (*omnivora*). Ikan nila mempunyai kemampuan bertahan hidup pada kisaran suhu 14-38 °C dengan suhu optimum bagi pertumbuhan dan perkembangannya yaitu 25-30 °C. Pada suhu 14 °C atau pada suhu tinggi 38 °C pertumbuhan ikan nila akan terganggu. Pada suhu 6 °C atau 42 °C ikan nila akan mengalami kematian. Kandungan oksigen yang baik bagi pertumbuhan ikan nila minimal 4mg/L, kandungan karbondioksida kurang dari 5mg/L dengan derajat keasaman (pH) berkisar 5 – 9 (Amri dan Khairuman 2003).



Gambar 1. Ikan Nila

b. Suhu air

Suhu air mempengaruhi metabolisme organisme yang hidup di dalam air tersebut termasuk ikan. Ikan merupakan hewan berdarah dingin sehingga metabolisme dalam tubuh tergantung pada suhu lingkungan termasuk ketebalan tubuhnya (Effendi, H. 2003). Ada ikan yang mempunyai toleransi yang besar terhadap perubahan suhu, disebut bersifat *eurytherm*. Sebaliknya ada pula yang toleransinya kecil, disebut bersifat *stenotherm*. Suhu optimum dibutuhkan oleh ikan untuk pertumbuhannya. Ikan yang berada pada suhu yang cocok, memiliki selera makan yang lebih baik. Suhu yang terlalu rendah akan mengurangi

imunitas (kekebalan tubuh) ikan, sedangkan suhu yang terlalu tinggi akan mempercepat ikan terkena infeksi bakteri. Selain itu suhu juga berpengaruh terhadap distribusi mineral dalam air, mempengaruhi tingkat viskositas air, mempengaruhi konsentrasi oksigen terlarut dalam air, mempengaruhi konsumsi oksigen hewan air (Pratama, R.M. dan Pramana R., 2017).

c. Perpindahan kalor konduksi

Konduksi adalah perpindahan kalor melalui medium (zat perantara) tanpa disertai dengan perpindahan partikel-partikel medium tersebut. Singkatnya, konduksi ialah pemindahan kalor akibat kontak langsung antara benda-benda. Perpindahan kalor secara konduksi biasanya terjadi pada zat padat, seperti logam.

d. Perpindahan kalor konveksi

Konveksi adalah perpindahan kalor melalui medium dan disertai dengan perpindahan atau gerakan partikel-partikel medium tersebut. Konveksi merupakan proses angkutan energi dengan kerja gabungan dari konduksi, penyimpanan energi dan gerakan mencampur. Keefektifan perpindahan kalor secara konveksi tergantung sebagian besar pada gerakan mencampur fluida. Gerakan inilah yang menyebabkan adanya transfer energi.

Perpindahan kalor konveksi dapat dibagi menjadi dua, yaitu konveksi alami dan konveksi paksa. Konveksi alami terjadi apabila pergerakan fluida dikarenakan perbedaan kerapatan fluida tersebut akibat perbedaan suhu. Sedangkan pada konveksi paksa pergerakan fluida terjadi akibat gaya luar seperti kipas (*fan*) atau pompa (Poetro dan Handoko, 2013).

e. Arduino Uno

Arduino Uno adalah sebuah *board* elektronik yang mengandung mikro kontroler *ATmega328* (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Piranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang

kompleks. Arduino Uno memiliki 14 pin digital input/output (dimana 6 dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, *jack* listrik, *header ICSP*, dan tombol reset.

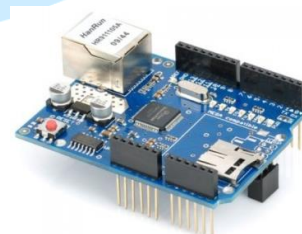


Gambar 2. Arduino Uno

Software yang digunakan untuk membuat, mengkompilasi dan meng-*upload* program yaitu *Arduino IDE* bersifat *open source*. *Arduino IDE* menghasilkan file *hex* dari baris kode instruksi program yang menggunakan bahasa C yang dinamakan *sketch* setelah dilakukan *compile* dengan perintah *compile/verify*.

f. Ethernet Shield W5100

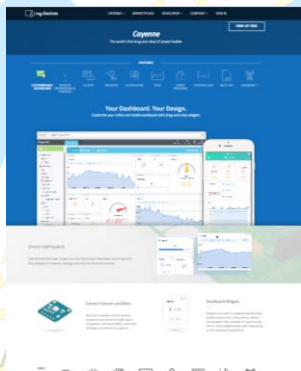
Ethernet Shield W5100 adalah modul yang berfungsi menghubungkan *board* Arduino dengan jaringan internet. Untuk menggunakannya cukup dengan *plug* (ditancapkan) ke *board* Arduino, lalu menghubungkannya ke jaringan dengan Kabel LAN RJ-45. *Ethernet shield W5100* berbasiskan *chip ethernet Wiznet W5100*. *Ethernet library* digunakan dalam menulis program agar arduino board dapat terhubung ke jaringan. Pada *Ethernet Shield W5100* terdapat sebuah *onboard micro-SD card slot*, yang dapat digunakan untuk menyimpan data. *Ethernet Shield W5100* dirancang untuk *board Arduino Uno*, namun juga *compatible* jika ingin digunakan pada *Arduino Mega*.



Gambar 3. Ethernet Shield W5100

g. Cayenne

Cayenne ialah sebuah aplikasi berbasis *web* milik sebuah perusahaan penyedia layanan *Internet of Things* bernama *myDevices*. *Cayenne* dapat digunakan untuk project yang berbasis *Internet of Things* seperti *monitoring* dan kontrol, baik itu berupa prototipe, maupun desain lainnya. *Cayenne* bersifat *compatible* dengan perangkat *Arduino* dan *single board computer* *Raspberry Pi*. Namun untuk memulai *Internet of Things project* dengan *Cayenne*, perangkat yang akan digunakan harus terhubung dengan jaringan internet terlebih dahulu.



Gambar 4. Halaman depan *Cayenne*

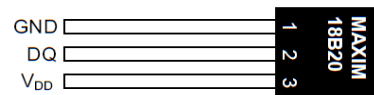
h. Sensor Suhu DS18B20

Sensor *DS18B20* adalah jenis sensor suhu yang *waterproof* (tahan air). Sensor suhu *DS18B20* beroperasi dalam kisaran -55 °C sampai 125 °C. Meskipun sensor ini dapat membaca hingga 125 °C, namun dengan penutup kabel dari PVC disarankan tidak melebihi 100 °C (Firanti, Y.O. *et al*, 2016).



Gambar 5. Sensor *DS18B20*

Sensor *DS18B20* memiliki tiga kaki, yaitu **GND** (*ground*), **DQ** (*data*), **VDD** (*power*). Pada *Arduino*, **VDD** dikenal sebagai **VCC**, maka diasumsikan **VCC** sama dengan **VDD**.



Gambar 6. Konfigurasi Pin *DS18B20*

Berdasarkan *datasheet*, sensor *DS18B20* ini bekerja dengan konsep *direct to digital temperature sensor* dan memiliki resolusi *ADC* yang bisa dikonfigurasi dari 9, 10, 11 atau 12 bit. Resolusi *ADC* ini akan berkaitan dengan kenaikan suhu tiap level analog.

Tabel 1. Perbandingan Resolusi *ADC* terhadap Kenaikan Suhu *DS18B20*

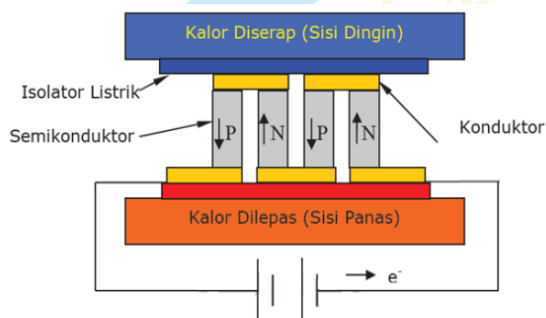
No.	Resolusi <i>ADC</i>	Kenaikan Suhu Tiap Level Analog (°C)
1	9 bit	0,5
2	10 bit	0,25
3	11 bit	0,125
4	12 bit	0,0625

Semakin besar Resolusi *ADC* yang digunakan, semakin teliti sensor akan mendeteksi suhu disekitarnya. Secara *default*, *DS18B20* saat dihubungkan ke mikrokontroler resolusi *ADC*nya adalah 12 bit. Untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, sensor *DS18B20* menggunakan antarmuka *1-Wire*. Artinya sensor ini hanya menggunakan 1 jalur data untuk mengirim dan menerima data dari mikrokontroler.

i. Thermo-Electric Cooler

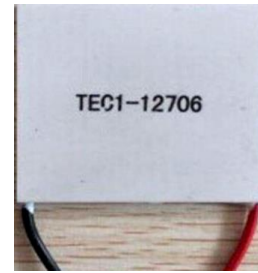
Thermo-electric cooler atau disingkat *TEC* adalah sebuah komponen pendingin elektrik. *TEC* disebut juga pendingin *peltier*, disebut demikian karena *TEC* memanfaatkan efek *peltier*. Efek *peltier* adalah efek timbulnya panas pada satu sisi dan timbulnya dingin pada sisi

lainnya manakala arus listrik dilewatkan ke untaian dari dua material berbeda yang dipertemukan. Material tersebut adalah material *thermo-electric* yang dibuat dari bahan semikonduktor. Diantara bahan semikonduktor yang dapat dijadikan elemen *thermo-electric* adalah *Bismuth-telluride* (Bi_2Te_3), *Lead-telluride* (PbTe), *Silicon-germanium* (SiGe), dan *Bismuth-antimony* (BiSb). Dari bahan semikonduktor tersebut dibuatlah dua tipe yang berbeda, tipe “N” (negatif) dan tipe “P” (positif).



Gambar 7. Prinsip Kerja TEC

Dua semikonduktor yang berbeda tipe dipertemukan melalui logam yang bersifat konduktor. Terdapat dua sisi, yaitu bagian atas dan bagian bawah. Pada masing-masing sisi diberikan penyekat (biasanya dari bahan keramik substrat) sebelum ditempelkan lempeng tipis sebagai *thermal* konduktor. Ketika TEC diberikan tegangan DC, maka arus listrik akan mengalir dari sumber tegangan yang berpotensi positif, melalui semikonduktor tipe N lalu ke semikonduktor tipe P hingga berakhir di sumber tegangan yang berpotensi negatif. Arah aliran elektron akan berkebalikan dengannya. Efeknya adalah di bagian sisi atas di mana terjadi pertemuan antara semikonduktor tipe N dan tipe P panas diabsorpsi sehingga di bagian sisi ini efeknya adalah timbulnya dingin. Sedangkan di bagian sisi bawah yang timbul adalah kebalikannya, yaitu timbul panas. Perbedaan suhu di antara kedua sisi itu berkisar 40 – 70 °C.



Gambar 8. Thermo-electric cooler

j. Elemen Pemanas

Elemen pemanas adalah bahan yang dapat menghasilkan panas dengan memanfaatkan perubahan energi listrik menjadi kalor. Elemen pemanas merupakan kawat yang memiliki tahanan tinggi (*resistance wire*). Ketika elemen pemanas dialiri arus listrik selama waktu tertentu, maka arus listrik ini akan berubah menjadi energi kalor. Besarnya kalor yang dihasilkan elemen pemanas tergantung pada panjang kawat, luas penampang kawat, dan jenis kawat. Sebuah elemen pemanas harus memiliki :

1. Sifat mekanis yang kuat pada suhu yang dikehendaki.
2. Koefisien muai kecil, agar perubahan suhu tidak terlalu berpengaruh pada bentuk dari elemen tersebut.
3. Tahanan jenisnya harus tinggi.

Bahan yang biasa digunakan untuk elemen pemanas adalah *Nichrome* (NiCr), *Kanthal/iron-chromium-aluminum* (FeCrAl), *Cupronickel* (CuNi), dan *platinum*. Sebagian besar elemen pemanas menggunakan bahan *Nichrome* 80/20 (80% *Nickel*, 20% *Chromium*) dalam bentuk kawat atau pita. *Nichrome* 80/20 merupakan bahan yang baik, karena memiliki ketahanan yang relatif tinggi (electrical4u, 2017).



Gambar 9. Elemen Pemanas

k. *Submersible Water Pump DC*

Submersible water pump atau pompa air celup merupakan komponen yang mengandung *brushed* motor (motor bersikat), namun *submersible water pump* digunakan untuk memindahkan cairan. Oleh karena itu struktur yang terkandung di dalamnya didesain khusus digunakan untuk memompa cairan. *Submersible water pump* harus tercelup air ketika dihidupkan, karena apabila dioperasikan tanpa air dapat merusak struktur rotor didalamnya. Pada penelitian ini digunakan *submersible water pump DC* berukuran kecil.



Gambar 10. *Submersible Water Pump DC*

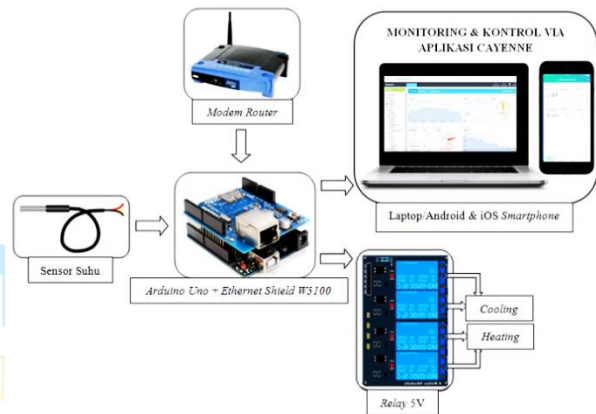
3. Perancangan Sistem

Sistem *monitoring* dan kontrol suhu air kolam pada penelitian ini menggunakan *Arduino Uno* sebagai mikrokontroler yang kemudian diberi modul tambahan *Ethernet Shield W5100* agar memiliki akses terhadap jaringan internet. *Ethernet Shield W5100* hanya dapat terhubung ke internet menggunakan Kabel LAN RJ45. Peneliti menggunakan *Modem Router* untuk akses ke jaringan internet pada perancangan ini, namun penggunaan *Modem Router* tidak menjadi bagian dari alat yang dibuat (karena *Modem Router* tidak bersifat *mobile*), untuk aplikasinya di lapangan dapat menyesuaikan. Akses ke jaringan internet sendiri diperlukan agar *monitoring* dan kontrol dapat dilakukan dari jarak jauh baik menggunakan komputer, laptop maupun *smartphone*.

a. Cara kerja sistem

Sensor suhu melakukan pendeteksian kondisi air kolam, hasil pendeteksian lalu dikirim ke *Arduino* untuk kemudian diolah dan dikirim menuju aplikasi *Cayenne* sehingga kondisi suhu air kolam

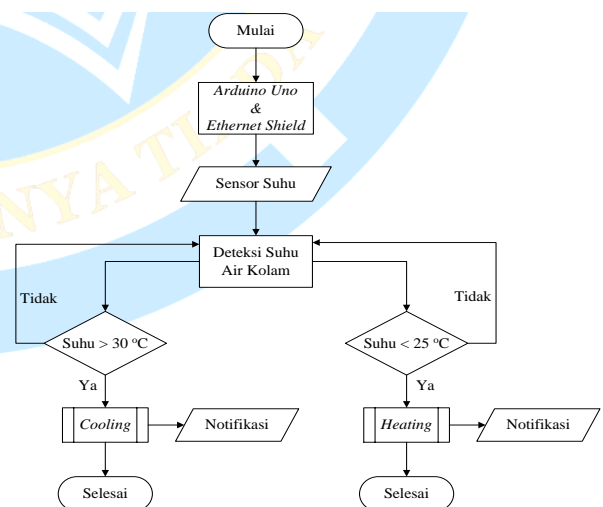
dapat dimonitoring melalui aplikasi tersebut.



Gambar 11. Rancangan Perangkat Sistem

Pada aplikasi *Cayenne* diatur rentang kondisi suhu air kolam yang optimal, juga dibuat *trigger* dan *alert* untuk menyalakan sistem kontrol secara otomatis, serta memberikan notifikasi berupa *sms* dan *email* ketika kondisinya diluar normal. Ada 2 buah sistem kontrol yang dirancang yaitu *Cooling* dan *Heating*. Sistem kontrol menggunakan aktuator yang terhubung dengan *relay 4 channel* (masing-masing terhubung dengan 2 *channel relay*). *Cooling* akan menjadi sistem pendingin (menurunkan suhu), sebaliknya *Heating* akan menjadi sistem pemanas (menaikkan suhu).

b. Flowchart Kerja Sistem



Gambar 12. Flowchart kerja sistem

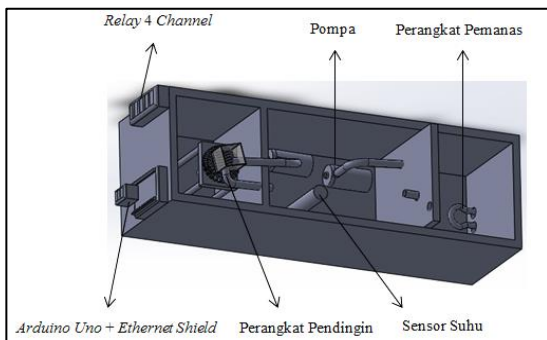
Kondisi suhu normal dalam perancangan ini diatur pada rentang 25 – 30°C. Ketika sistem dinyalakan, sensor suhu akan mendeteksi kondisi suhu air pada kolam untuk mengetahui apakah suhunya berada diluar rentang yang telah ditentukan. Ada dua buah sub proses pada penelitian ini, apabila suhu terdeteksi berada diatas 30 °C, maka sistem akan berlanjut pada sub proses *cooling* dan akan diberikan peringatan berupa notifikasi. Pada kondisi lain, apabila suhu terdeteksi berada dibawah 25 °C maka sistem akan berlanjut pada sub proses *heating*.

Pada sub proses *cooling* sistem pendingin akan menyala, kemudian pada saat yang bersamaan sensor suhu melakukan pendeteksian. Proses *cooling* baru akan berhenti saat suhu telah terdeteksi berada dibawah 29 °C.

Pada sub proses *heating* sistem pemanas akan menyala, pada saat yang bersamaan sensor suhu melakukan pendeteksian. Proses *heating* akan berhenti berjalan hanya saat suhu telah terdeteksi berada diatas 26 °C.

c. Desain Mekanik

Perancangan mekanik menggunakan *acrylic* sebagai material yang dijadikan wadah untuk miniatur pada penelitian ini. Wadah yang dirancang memiliki ukuran 50 cm x 16 cm x 15 cm yang disekat menjadi 3 bagian, bagian kiri dan kanan masing-masing mengambil panjang 12 cm (tinggi dan lebar wadah tetap sama), sehingga wadah bagian tengah panjangnya menjadi 26 cm.

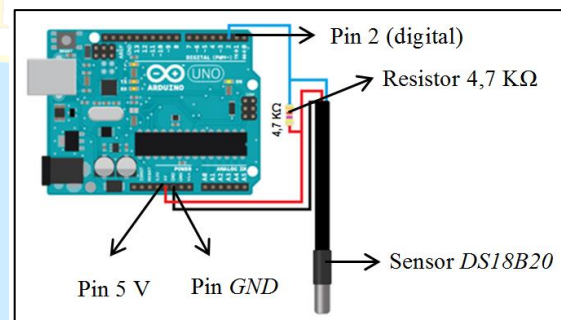


Gambar 13. Konstruksi Mekanik

Wadah bagian tengah diasumsikan sebagai kolam ikan, bagian kiri dijadikan tempat untuk meletakkan sistem pendingin (*cooling*), lalu bagian kanan akan menjadi wadah untuk sistem pemanas (*heating*).

d. Perancangan sensor suhu

Sensor yang digunakan untuk mendeteksi nilai suhu air kolam pada penelitian ini adalah DS18B20. Rangkaian Sensor *DS18B20* harus ditambahkan resistor *pull-up* sebesar 4.7 KΩ.

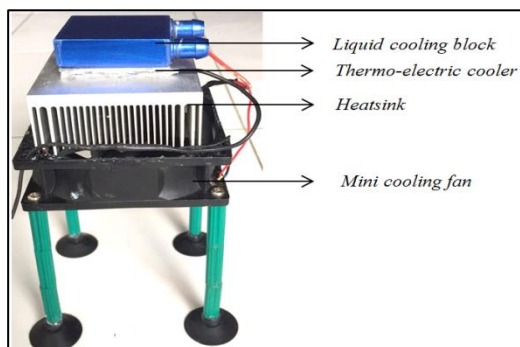


Gambar 14. Wiring Sensor Suhu

Kabel warna biru menghubungkan pin *DQ* sensor dengan resistor dan pin 2 digital Arduino, kabel merah menghubungkan pin *VDD* sensor ke resistor lalu menuju ke pin 5 V Arduino, kemudian kabel hitam menunjukkan hubungan antara pin *GND* sensor dengan Arduino.

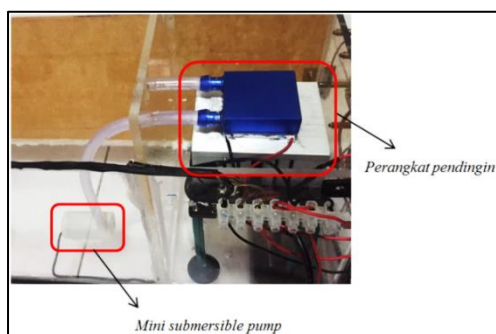
e. Perancangan sistem pendingin

Sistem pendingin (*cooling*) yang dirancang terdiri dari beberapa komponen, yaitu 1 buah pompa yang berada pada wadah bagian tengah, *Thermo-electric cooler TEC1-12706*, *heatsink*, *liquid cooling block* dan *mini cooling fan DC* (kipas kecil yang biasa digunakan pada *motherboard* komputer), serta 2 *channel relay* sebagai aktuator. Satu *channel relay* digunakan untuk pompa, dan satu *channel* lagi digunakan untuk *thermo-electric cooler* dan *mini cooling fan* secara bersamaan.



Gambar 15. Rangkaian Perangkat *Cooling*

Thermo-electric cooler memiliki 2 buah sisi yang sifatnya berlawanan, satu sisi akan mengeluarkan dingin, sedangkan sisi lainnya mengeluarkan panas. Sisi dingin pada *thermo-electric cooler* ditempelkan dengan *liquid cooling block* yang nantinya akan mengkontaminasi air yang dialirkan. Kemudian sisi panas *thermo-electric cooler* ditempelkan dengan *heatsink*, pada bagian bawahnya disediakan *mini cooling fan* sebagai kipas untuk membuang panas yang dihasilkan.



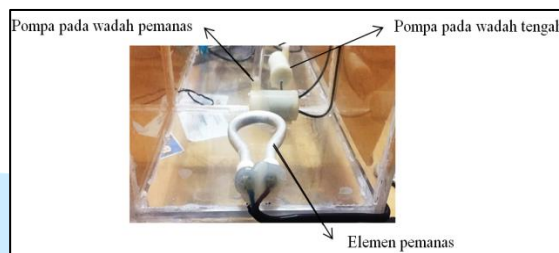
Gambar 16. Letak Perangkat *Cooling*

Ketika sistem *cooling* berjalan maka semua perangkat yang termasuk didalamnya akan menyala. Pompa yang dilengkapi selang akan mengalirkan air menuju *liquid cooling block* dan kembali dialirkan ke wadah bagian tengah, pada saat yang bersamaan *mini fan* dan *thermo-electric cooler* juga menyala. Singkatnya, sistem yang dijalankan mensirkulasi air sehingga suhunya akan menurun.

f. Perancangan sistem pemanas

Sistem Pemanas (*heating*) pada penelitian ini terdiri atas sebuah elemen pemanas yang berada pada wadah bagian

kanan, 2 *channel* relay, dan 2 buah pompa 1 *channel* relay terhubung dengan elemen pemanas, 1 *channel* lagi terhubung dengan 2 buah pompa sekaligus.



Gambar 17. Perangkat Sistem *Heating*

Saat sistem *Heating* dijalankan, elemen pemanas akan menyala, dan 2 buah pompa juga menyala secara bersamaan. Pompa pada wadah yang sama dengan elemen pemanas (wadah bagian kanan) akan mengalirkan air panas menuju wadah bagian tengah, sebaliknya pompa pada wadah bagian tengah akan mengalirkan air ke wadah bagian kanan. Sama halnya dengan sistem yang ada pada *Cooling*, sistem yang diterapkan pada *Heating* juga sifatnya mensirkulasi air.

g. Arduino dan Ethernet Shield

Arduino Uno dihubungkan dengan *Ethernet Shield W5100* dengan cara *plug* (menancapkan) langsung dengan posisi *Ethernet Shield* berada di atas, dan *Arduino* di bawahnya.



Gambar 18. *Arduino & Ethernet Shield*

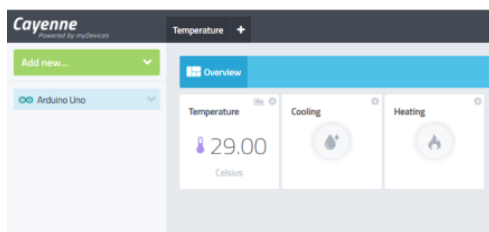
Ethernet Shield W5100 dihubungkan ke *Modem Router* agar *Arduino* dapat terkoneksi dengan jaringan internet. *Arduino* disambungkan ke *Laptop* melalui yang selanjutnya akan diupload bahasa pemrograman dengan menggunakan *Software Arduino IDE*.

h. Perancangan *Cayenne*

Setelah *Arduino Uno* dihubungkan dengan jaringan internet, akses laman *Cayenne* di <https://mydevices.com> pada aplikasi *browser*.

Gambar 19. Halaman *Sign Up Cayenne*

Cayenne meminta pengguna yang sudah memiliki akun untuk *login*, sedangkan calon pengguna diminta untuk *sign up* (mendaftar) terlebih dahulu. Kemudian mengikuti 3 *step* yang diperintahkan dari *Cayenne* agar *Arduino Uno* terhubung dengan aplikasi. Setelah mengikuti perintah pada *Cayenne* kemudian menambahkan *Device & Widget* yang digunakan.



Gambar 20. Sensor dan Aktuator telah ditambahkan pada *Cayenne*

Pada perancangan ini ditambahkan sensor suhu dan 2 buah aktuator berupa *relay*, meskipun pada implementasinya akan menggunakan *relay* total 4 *channel*, karena sistem pemanas dan pendingin masing-masing menggunakan 2 *channel relay* secara bersamaan.

Setiap sensor ataupun aktuator yang telah ditambahkan akan tampil di *dashboard* aplikasi *Cayenne*. Langkah terakhir pada perancangan ini ialah membuat *trigger & alert* yang akan diperlukan untuk melakukan kontrol secara otomatis dan memberikan peringatan pada kondisi tertentu.

1. Peringatan *Arduino Uno* dalam kondisi *offline*
2. Kondisi suhu air diatas rentang kondisi normal. Ketika suhu air kolam berada diatas 30 °C, maka notifikasi akan dikirimkan melalui sms dan email yang telah di tambahkan ke daftar *receptients* (penerima). Selain itu sistem pendingin juga menyala secara otomatis. Sistem pendingin diatur menyala hingga suhu mencapai 29°C, setelah suhu berada dibawah 29°C sistem pendingin akan kembali mati.
3. Kondisi suhu air dibawah rentang kondisi normal. Sama halnya dengan pengaturan kondisi suhu diatas rentang normal, ketika suhu air kolam berada dibawah 25 °C, maka notifikasi/peringatan akan dikirimkan melalui sms dan *email* menuju daftar *receptients* (penerima) yang telah ditambahkan. Kemudian sistem pemanas juga menyala secara otomatis. Sistem pemanas diatur menyala hingga suhu mencapai 26°C, setelah melebihi 26°C sistem pemanas akan kembali mati.

4. Pengujian dan Pembahasan

a. Pengujian Sensor Suhu

Tabel 2. Pengujian Sensor Suhu

Menit	Hasil Pengujian Suhu (°C)		
	Sensor	Thermometer	Selisih
1	28,31	28,5	0,19
2	28,25	28,4	0,15
3	28,19	28,3	0,11
4	28,12	28,3	0,18
5	28,19	28,4	0,21
Rata-rata	28,21	28,36	0,17

Tabel 2 adalah pengujian sensor suhu *DS18B20* dalam 5 menit dengan pengambilan data tiap menit. Dari pengujian dapat diketahui bahwa terdapat selisih yang tidak cukup besar antara

pembacaan sensor dengan *thermometer*, yaitu dengan rata-rata selisih sebesar 0,17 °C.

b. Pengujian Pompa

Pengujian pompa dilakukan pada wadah berisi 1 liter air.

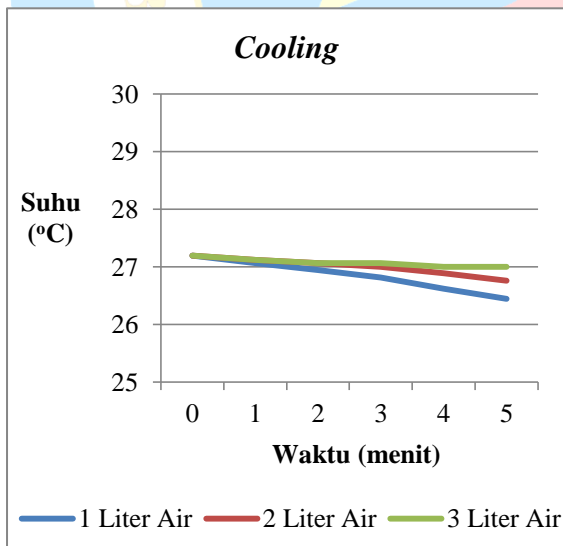
Tabel 3. Pengujian Pompa 1 Liter Air

Perangkat	Waktu (detik)		Rata-Rata
	Uji 1	Uji 2	
Pompa 1	50	49	49,5
Pompa 2	48	49	48,5
Pompa 3	51	50	50,5
Keseluruhan			49,5

Dengan pengujian sebanyak 2 kali, diketahui bahwa masing-masing pompa membutuhkan waktu kurang dari 1 menit untuk dapat mengalirkan 1 liter air.

c. Pengujian Cooling

Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali dengan jumlah volume air yang berbeda. Setiap pengujian dikondisikan untuk dimulai dengan suhu awal yang sama dengan pengujian berikutnya.

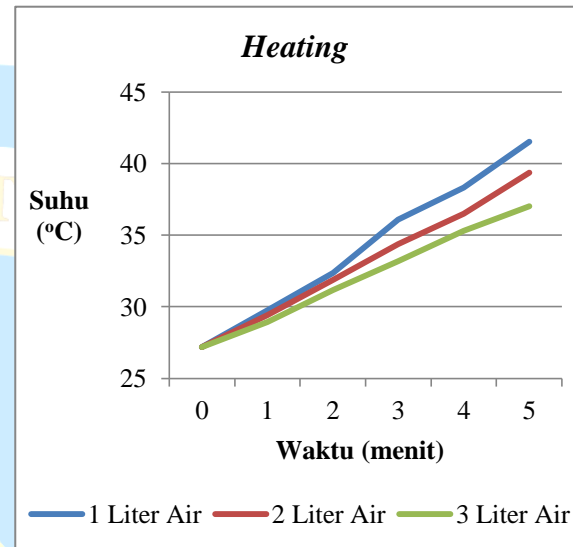


Gambar 21. Perbandingan Volume Air dan Waktu terhadap Proses *Cooling*

d. Pengujian Heating

Sama halnya dengan pengujian pada sistem *cooling*, pengujian sistem *heating* dilakukan untuk mengetahui seberapa baik

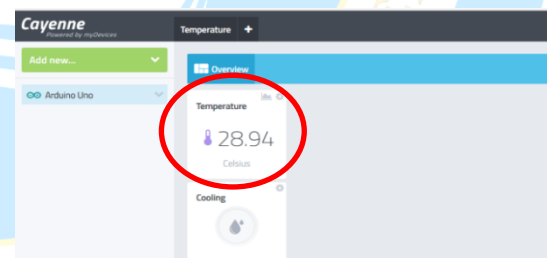
proses pemanasan dengan perangkat yang dirancang dapat bekerja. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali dengan jumlah volume air yang berbeda. Setiap pengujian dikondisikan untuk dimulai dengan suhu awal yang sama dengan pengujian berikutnya.



Gambar 22. Perbandingan Volume Air dan Waktu terhadap Proses *Heating*

e. Pengujian monitoring dari cayenne

Pengujian *monitoring* pada aplikasi *Cayenne* dilakukan untuk mengetahui bahwa hasil pembacaan sensor suhu dapat dilihat pada aplikasi secara *realtime*.



Gambar 23. Monitoring pada *Cayenne*

Sensor suhu dihubungkan dengan *Arduino Uno* (yang telah tersambung dengan jaringan internet) dan dapat dilihat tampilan monitoring suhu di aplikasi *Cayenne* seperti pada Gambar 23.

f. Pengujian kontrol

Pengujian ini dilakukan hanya sampai pada tahap menyalanya *relay* yang terhubung pada sistem *cooling* dan *heating*.

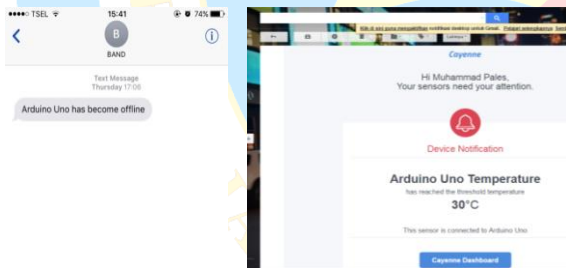
Tabel 4. Pengujian kontrol pada *cayenne*

No	Aktuator	Sistem Kontrol	
		Cooling	Heating
1	Relay 1		
2	Relay 2		
3	Relay 3		
4	Relay 4		

Relay 1 dihubungkan dengan 1 buah pompa yang mensirkulasi air dalam proses pendinginan dan relay 4 terhubung dengan perangkat pendingin. Relay 2 dan relay 3 akan digunakan pada sistem heating. Relay 2 terhubung dengan 2 buah pompa sekaligus (1 pompa berada pada wadah yang sama dengan elemen pemanas dan 1 pompa pada wadah bagian tengah) dan relay 3 dihubungkan dengan elemen pemanas.

g. Pengujian notifikasi trigger & alert

Notifikasi dari trigger & alert yang telah dirancang perlu diuji untuk mengetahui apakah sistemnya berjalan dengan baik. Notifikasi berupa peringatan dikirimkan melalui email dan sms.



Gambar 24. Notifikasi dari *Cayenne*

h. Penerapan Sistem

Wadah diisi dengan 3 liter air, sistem dijalankan dan di monitoring melalui aplikasi. Lalu dari aplikasi terlihat suhu masih pada rentang normal yaitu 25,38 °C. Pengujian dilakukan dalam 2 tahap, untuk mempercepat perubahan suhu ditambahkan air panas dan es batu secara bergantian.



Gambar 25. Perangkat sistem keseluruhan

Tahap pengujian pertama dituangkan air panas secara perlahan dan suhu meningkat sampai melewati rentang normal yaitu pada angka 30,06 °C, kemudian sistem cooling langsung menyala. Sistem cooling menyala selama sekitar 3 menit, lalu suhu kembali ke rentang normal yaitu pada 28,94 °C dan sistem cooling kembali mati.

Tahap pengujian terakhir diberikan es batu, lalu sistem menampilkan hasil pembacaan bertahap hingga suhunya mencapai 24,94 °C. Kemudian secara otomatis sistem heating menyala selama sekitar 20 detik hingga suhu kembali ke rentang normal pada 26,06 °C dan sistem heating mati kembali.

5. Penutup

a. Kesimpulan

1. Konsep *direct to digital temperature sensor* pada Sensor *DS18B20* dan konsep *internet of things* dengan aplikasi *Cayenne* bisa digunakan untuk melakukan *monitoring* suhu air pada kolam ikan nila.
2. Efek *peltier* dari *Thermo-Electric Cooler* dan perubahan energi listrik menjadi panas pada elemen pemanas dapat dimanfaatkan untuk melakukan kontrol suhu air pada kolam ikan nila.
3. Volume air memiliki pengaruh yang besar terhadap lamanya proses pendinginan ataupun pemanasan. Pada penerapan sistem keseluruhan untuk air dengan volume 3 liter, saat kondisi suhu diluar rentang, sistem pendingin mampu mengembalikan suhu ke rentang normal dalam waktu ±3 menit, sedangkan sistem pemanas membutuhkan waktu ±20 detik. Terjadi kesenjangan antara lamanya pendinginan dengan pemanasan, hal ini disebabkan konsumsi daya perangkat pemanas jauh lebih besar dibanding perangkat pendingin.

b. Saran

Ada beberapa kekurangan yang ditemui selama penelitian ini dilakukan, maka penulis menyarankan :

1. Untuk pengembangan kedepannya, akan lebih baik jika sistem ini dilengkapi dengan baterai sebagai alternatif ataupun *backup* pada kondisi darurat, karena sistem yang dirancang saat ini sangat bergantung pada daya listrik.
2. Sebaiknya penggunaan *Ethernet Shield* sebagai penghubung Arduino dengan jaringan internet digantikan dengan perangkat yang dapat terhubung dengan *wifi* atau bahkan yang bersifat lebih *mobile*, sehingga sistem dapat berjalan lebih fleksibel.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, K. dan Khairuman, 2003, *Budidaya Ikan Nila Secara Intensif*. PT. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Arduino, 2017, *Arduino Uno R3*, *Arduino Store*, 21 Mei 2017.
- Atmadja, S.T., 2006, *Pengaruh Jarak Swirl Fan terhadap Laju Penurunan Temperatur Case, Hambatan Termal dan Efektifitas Fin pada Extrude Fin*.
- Batu, R.M.L., Ariyanto, E., dan Wijiutomo, C.W., 2017. *Perancangan dan Pembangunan Sistem Otomasi Pengkondisian Kadar pH dan Suhu Air Kolam Ternak Ikan Lele*, Universitas Telkom, Bandung.
- BBPBAT, 2016, *Baku Mutu Air Untuk Budidaya Ikan*.
- Effendi, H., 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius, Jakarta.
- Electrical4u, 2017, *Materials used for Heating Elements*, 30 Mei 2017.
- Hanrun, 2017. *Ethernet Shield for Arduino - WIZnet W5100*, *Fabtolab*, 27 Mei 2017.
- Firanti, Y.O., Kurniawan, H., dan Nugraha, S., 2016. *Sistem Monitoring Suhu Realtime Pada Kolam Pembenihan Ikan Berbasis Cloud Computing*, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang.
- Maxim Integrated, 2008, *Waterproof DS18B20 Digital Temperature Sensor*, *Flytron*, 27 Mei 2017.
- Iskandar, F.N., 2011, *Penerapan Nano Fluida pada Liquid Block yang Dilengkapi dengan Heat Pipe dan Termoelektrik sebagai Pendingin CPU*, Universitas Indonesia, Depok.
- Kitani, 2016, *Refill Elemen Pemanas Air*, *Tokopedia*, 5 Juni 2017.
- Irianto, K., 2009, *Sukses Budidaya Hewan Air*, PT. Sarana Ilmu Pustaka, Bandung.
- Mudjiman, A., 2001, *Makanan Ikan Cetakan IX*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- myDevices, 2017, *Cayenne Features - myDevices*, 3 Juni 2017.
- Parallax Incorporated. (2013). *Single Relay Board*. Parallax.
- Poetro, J.E. dan Handoko, C.R., 2013, *Analisis Kinerja Sistem Pendingin Arus Searah yang Menggunakan Heatsink Jenis Extruded Dibandingkan dengan Heatsink Jenis Slot*, PPNS-ITS, Surabaya.
- Pratama, R. M. dan Pramana, R., 2017. *Pengontrolan Otomatis Suhu Air Pada Kolam Pembenihan Ikan Berbasis Komputer Mini*, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang.
- Sandi, 2016, *TEC atau Pendingin Peltier*. Sandielektronik.
- Semuaikan, 2017, *Morfologi dan Klasifikasi Ikan Nila (Oreochromis Niloticus) Serta Asal Usulnya*, 10 Juni 2017.
- Simanjuntak, A.P. dan Pramana, R., 2013, *Pengontrolan Suhu Air Pada Kolam Pendederan dan Pembenihan Ikan Nila Berbasis Arduino*, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang.
- Tech-Team, 2016, *How To Use Mute Submersible Pump Water Pump Dc 3v-5v For PC Cooling Water Circulation*, *Xcluma*, 12 Juni 2017.
- Wilwin-ic, 2016, *Semiconductor thermoelectric cooler TEC1-12706*, 13 Juni 2017.