

SISTEM KONTROL SUHU PADA PENERING IKAN BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA8535

Fredy M Baitanu, Ali Warsito, Jonshon Tarigan

Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

Email: ali.warsito@staf.undana.ac.id

Abstrak

Telah dirancang sebuah sistem kontrol secara loop tertutup pada unit pengeringan ikan menggunakan sensor LM35, mikrokontroler ATmega8535, seven segment serta beberapa komponen elektronika yang tersedia dipasaran. Sistem dikendalikan oleh mikrokontroler ATmega8535 untuk pengambilan data suhu menggunakan sensor LM35 dan menampilkan data suhu melalui seven segment, serta mengontrol pemanas melalui aktuator. Hasil pengukuran nilai suhu akan dibandingkan dengan nilai setpoint, sehingga diperoleh selisih nilai yang akan digunakan sebagai indikator untuk melakukan proses pengontrolan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengontrolan bekerja dengan baik dalam merespon setiap perubahan suhu udara. Ketika suhu di bawah setpoint 53°C maka aktuator akan berada dalam kondisi on sehingga pemanas aktif, sebaliknya jika suhu berada di atas setpoint 53°C maka aktuator akan berada dalam kondisi off untuk mematikan heater. Hasil pengeringan selama 4 jam menunjukkan bahwa pengeringan ikan pada massabasah ikan 200 gram, yaitu pada keadaan ventilasi atas kotak pengeringan terbuka akan menghasilkan massa kering 90 gram. Pengujian selama 4 jam pada keadaan ventilasi kotak pengeringan tertutup akan menghasilkan massa kering 130 gram. Selain itu, pengeringan secara tradisional selama 12 jam dengan massa basah ikan 200-gram akan menghasilkan massa kering 90 gram.

Kata Kunci: *Suhu, pengeringan ikan; mikrokontroler Atmega8535; seven segment; aktuator*

Abstract

A closed-loop control system of temperatures in fish drying unit using LM35 sensor, ATmega8535 microcontroller, seven segment and also some of the available electronic market components has been designed. The system is controlled by a microcontroller ATmega8535 for temperature data collection using LM35 sensor and temperature data is displayed on seven segments, as well as heating control via actuators. The measurement results will be compared with the value of the temperature set point value in order to obtain the difference in value to be used as an indicator for process control. The results show that the control works well in response to any changes in air temperature. If the setpoint temperature below 53°C, the actuator will in on condition that the heating is on, otherwise if the temperature is above 53°C setpoint then the actuator will on condition to turn the heater off. Drying for 4 hours results show that the drying fish on the fish wet mass of 200 grams, which is the state of the top vents open drying box will produce a dry mass of 90 grams. Testing for 4 hours in a drying box vents closed state will produce 130 grams of dry mass. In addition, traditional drying for 12 hours with 200 grams of fish wet mass will produce 90 grams of dry mass.

Keywords: *Temperature; drying fish; ATmega8535 microcontroller; seven segments; actuators.*

PENDAHULUAN

Perkembangan berbagai bentuk bidang usaha kecil dan menengah dalam masyarakat kian pesat pertumbuhannya, terutama dalam bidang kelautan. Menurut Penebar Swadaya [1] Indonesia dengan luas perairan laut diperkirakan sebesar 5,8 juta km² merupakan negara penghasil sumber daya alam hasil laut yang cukup besar yaitu 6,26 juta ton pertahun. Pemerintah provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) [2] menunjukkan potensi perikanan tangkap di wilayah NTT meliputi

luas perairan laut sebesar 199.529 km² (di luar perairan Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia), dengan jumlah yang diperbolehkan ditangkap (Jumlah Boleh Tangkap, JBT) sebanyak 292.800 ton ikan/tahun. Menurut Handoyo [3], pengeringan ikan merupakan cara pengawetan ikan yang tertua. Mula – mula pengeringan hanya dilakukan dengan menggunakan panas matahari dan tiupan angin. Proses pengeringan secara tradisional ini dilakukan selama ± 3 hari jika cuaca cerah dan membalik-balik ikan sebanyak 4–5 kali agar pengeringan merata.

Pengaruh kondisi udara luar yang apabila terlalu kering dan panas, pengeringan dapat terjadi terlalu cepat sehingga terjadi *case hardening* (permukaan daging ikan mengeras), juga kebersihan atau higienitas ikan yang dikeringkanpun sangat kurang karena proses pengeringan dilakukan di tempat terbuka yang memungkinkan dihinggapi debu dan lalat.

Salah satu jenis pengontrolan yang sering digunakan adalah sistem kontrol secara *close loop* (loop tertutup). Metode ini memungkinkan sistem berbasis mikrokontroler untuk mengendalikan dan mengatur variabel pada nilai tertentu.[4]

Tujuan penelitian ini adalah: (1) Mendesain sebuah sistem kontrol suhu pada unit pengeringan ikan dengan kontrol secara loop tertutup. Dan (2) Melakukan uji unjuk kerja alat pengeringan ikan dan uji sistem perancangan di laboratorium. Dengan batasan bahwa variabel yang dikontrol adalah suhu dan set poin yang diinputkan dalam satuan derajat Celcius, sistem yang dirancang akan menampilkan suhu secara *real time*. Mikrokontroler ATmega8535 sebagai kontroler dan sensor LM35 sebagai pendeteksi pengering ikan dan menggunakan bahasa C sebagai bahasa pemrograman.

Definisi Pengeringan

Menurut Pinem [5], pengeringan merupakan proses penurunan kadar air bahan sampai mencapai kadar air tertentu sehingga dapat memperlambat laju kerusakan produk akibat aktivitas biologi dan kimia. Abdullah [6] menyatakan dalam mencegah bakteri dan enzim bekerja dalam ikan, maka diperlukan juga pengendalian temperatur dan kelembaban udara relatif (Relative Humidity, RH) tempat penyimpanan ikan, selain mengurangi kadar air dalam ikan. Proses pengeringan ikan bergantung pada beberapa variabel, yaitu temperatur, RH dan laju aliran udara serta waktu pengeringan. Di sisi lain, Setyoko [7] menyatakan bahwa proses pengeringan dengan suhu yang terlalu tinggi dapat merusak bahan yang akan dikeringkan. Pengaturan suhu dan lamanya waktu pengeringan dilakukan dengan memperhatikan kontak antara alat pengering dengan alat pemanas (baik berupa udara panas yang dialirkan maupun alat pemanas lainnya). Di samping itu, kondisi pengeringan dengan suhu yang terlalu tinggi dapat merusak bahan. Pengaturan suhu dan

lamanya waktu pengeringan dilakukan dengan memperhatikan kontak antara alat pengering dengan alat pemanas (baik berupa udara panas yang dialirkan maupun alat pemanas lainnya). Suhu yang biasa digunakan pada alat pengering berkisar antara 40-60 °C, namun demi pertimbangan-pertimbangan standar gizi maka pemanasan dianjurkan tidak lebih dari 85°C.

Perpindahan Kalor

Menurut Cengel [8] kalor didefinisikan sebagai bentuk energi yang berpindah antara dua sistem (atau sistem dengan lingkungannya) berdasarkan perbedaan suhunya. Perpindahan kalor dapat dibedakan menjadi tiga cara, yaitu

a. Konduksi

Konduksi adalah sebuah perpindahan energi dari zat partikel yang berenergi tinggi ke salah satu bagian energi yang lebih lemah melalui interaksi antar partikel-partikel. Pada zat cair dan gas, konduksi dihubungkan dengan adanya tumbukan antar molekul yang bergerak secara acak. Pada zat padat, konduksi dihubungkan dengan adanya pola kombinasi getaran molekul dan perpindahan energi dari elektron bebas.

b. Konveksi

Konveksi adalah bentuk perpindahan energi antara permukaan zat padat dan dilalui oleh zat cair atau gas yang bergerak, serta melibatkan efek gabungan dari konduksi dan aliran fluida. Semakin cepat aliran fluida maka semakin besar pula perpindahan kalor konveksinya.

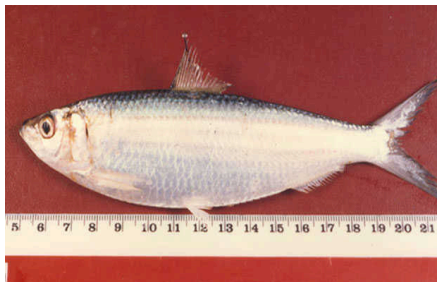
c. Radiasi

Radiasi adalah pemancaran energi oleh bahan dalam bentuk gelombang elektromagnetik (foton) yang menghasilkan perubahan konfigurasi elektron atom atau molekul. Berbeda dengan konduksi dan konveksi, energi yang berpindah secara radiasi tidak memerlukan medium perantara. Radiasi adalah peristiwa volumetrik dari keseluruhan zat padat, cair, dan pemancaran gas, absorpsi, atau radiasi pembawa dengan berbagai tingkatan.

Deskripsi Ikan Tembang

Ikan tembang (*Sardinella fimbriata*) seperti pada Gambar 1 memiliki bentuk badan yang memanjang dan pipih. Lengkung kepala bagian atas sampai di atas mata agak hampir halus, dan setelah mata sampai awal dasar sirip punggung agak cembung. Tinggi badan lebih besar daripada panjang kepala. Mata

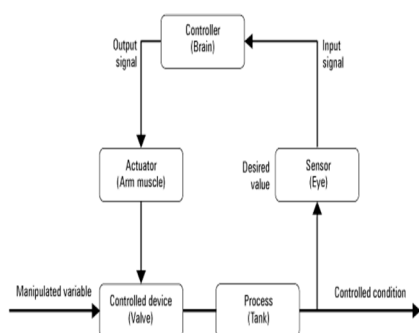
tertutup oleh kelopak mata. Awal dasar sirip punggung sebelum pertengahan badan. Dasar sirip bubur sama panjang dengdasar sirip punggung. Kepala dan badan bagian atas hijau kebiruan, sedangkan bagian bawah putih keperakan. Sirip-sirip berwarna keputihan. Sirip punggung(dorsal) mempunyai 18 jari-jari lemah, sirip dada (pectoral) mempunyai 15 jari-jari lemah, sirip dubur (anal) memiliki 18 jari-jari lemah dan sirip perut (ventral) memiliki 8 jari-jari lemah, dan dapat mencapai ukuran 17 cm [8].



Gambar 1. Ikan tembang (*Sardinella fimbriata*) [9]

Sistem Kontrol Loop Tertutup

Menurut Warsito [4], bahwa sistem kontrol ini dapat melakukan koreksi variabel-variabel kontrolnya secara otomatis tanpa memerlukan operator pengoreksi, dikarenakan umpan balik (*feedback*) dari hasil keluaran masukan setelah dikurangkan dengan nilai setpointnya.



Gambar 2. Elemen-elemen dari Sistem Kontrol Otomatis [4]

Dari Gambar 2 mengandung elemen-elemen kontrol adalah:

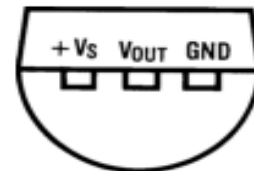
1. Sensor (mata pengamat) mendeteksi adanya pergerakan level air melalui skala yang telah ditandai terlebih dahulu.

2. Kontroler (otak pengamat) memproses sinyal dari sensor untuk mengetahui adanya deviasi.

3. Perangkat Pengontrol meliputi Arm Muscle (Lengan dari klep masukan) dan tangan (aktuator, actuator) yang memutar klep sebagai respon terhadap deviasi.

Sensor Suhu LM35DZ

Sensor suhu LM35 berfungsi untuk mengubah besaran fisis yang berupa suhu menjadi besaran elektrik tegangan. LM35 ini dinilai untuk beroperasi pada kisaran suhu -55 hingga 150°C dengan setiap 1°C tegangan keluarannya naik sebesar 10 mV. Pengoperasian sensor ini membutuhkan 3 sampai 40 volt dan menghasilkan *self-heating* 0,08°C. Skema sensor terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Sensor LM35DZ [10]

Mikrokontroler ATmega8535

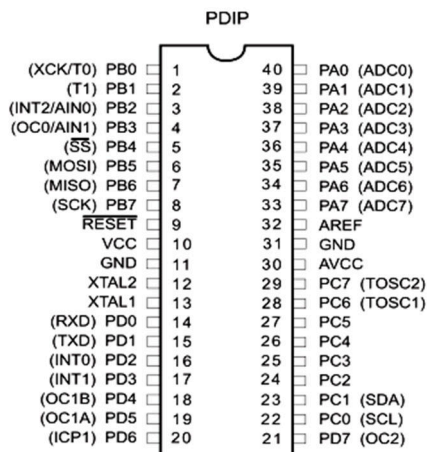
Mikrokontroler ATmega8535 merupakan mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) CMOS 8-bit berdasarkan arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) yang berdaya rendah. Memiliki 40 pin dengan konfigurasi seperti tampak pada Gambar 4. Dengan mengeksekusi instruksi dalam siklus clock tunggal, ATmega8535 mencapai *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz memungkinkan sistem dirancang untuk mengoptimalkan konsumsi daya dibandingkan kecepatan pemrosesan AVR ini menggabungkan instruksinya set dengan 32 register kerja tujuan umum.

Relay

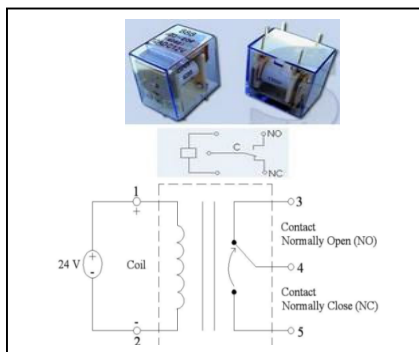
Relay adalah sebuah saklar (*switch*) yang dikendalikan oleh arus. *Relay* akan bekerja jika ada masukan sinyal listrik (tegangan/arus). Komponen *relay* meliputi kumparan, inti besi dan jangkar.

Jenis *relay* berdasarkan prinsip kerjanya terdiri atas 2 macam, pertama *Normally Open (NO)* dan kedua jenis *Normally Closed (NC)*. Keuntungan menggunakan *relay* umumnya terletak pada pengaturan *switchingnya*,

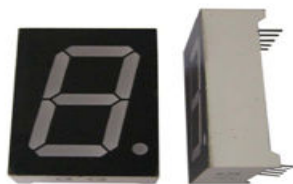
sehingga terjadi isolasi antara rangkaian catu daya rendah dengan catu daya beban tinggi yang akan diputus/disambung. Kerugian *relay* umumnya terjadi karena tanggapan waktu yang relatif lambat saat *ON/OFF*. Fungsi *relay* yang mampu meng-*ON/OFF*-kan dua terminal maka *relay* mempunyai batas *rating* arus tertentu sesuai dengan *rating device* yang dikontrolnya [12].



Gambar 4. Susunan Pin ATmega8535 [11]



Gambar 5. Relay dan Bagian-Bagiannya [12]



Gambar 6. Seven Segment Common Anode Seven Segmen

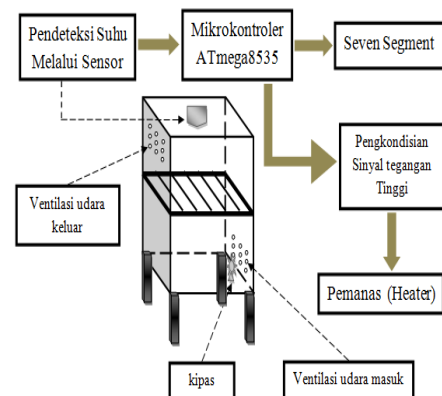
Seven segmen pada prinsipnya merupakan gabungan dari 8 buah led yang tersusun seperti pada Gambar 6. Sehingga sebuah display *sevensegmen* memerlukan masukan sebanyak 8 buah data. Kaki pada display *sevensegmen* umumnya terdiri dari 9 kaki, terdiri dari 8 kaki sebagai data untuk lampu a – h dan sebuah kaki untuk *Common*. Bila *sevensegmen* bertipe *common anode* maka kaki *common* dihubungkan ke 5 volt dan bila

bertipe *common katode* maka dihubungkan ke *ground*. Pada umumnya *sevensegmen* dipasaran berupa *common anode*, sehingga untuk menyalakan *sevensegmen*, port data diberikan nilai *low*(0).

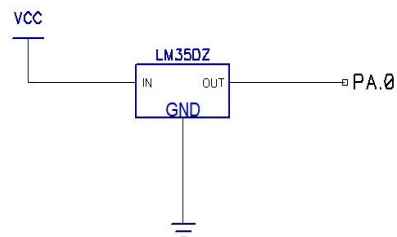
METODE PENELITIAN

Diagram Blok Sistem

Pada penelitian ini blok diagram sistem secara umum tampak pada Gambar 7, sebagai gambaran rangkaian sistem secara keseluruhan.



Gambar 7. Blok Diagram Rangkaian Pengontrolan Suhu (*desain penulis*)



Gambar 8. Skema rangkaian Sensor LM35

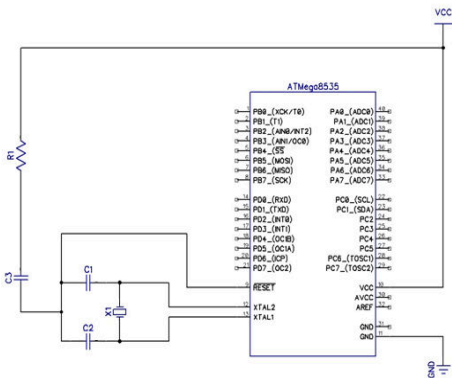
Perancangan Rangkaian Pendeteksi Suhu

Sensor LM35 (Gambar 8) dioperasikan dengan tegangan sebesar 5,02 V melalui pin catu daya IN yang dihubungkan ke VCC dan pin ground yang dihubungkan ke GND. Pada pengukuran suhu sensor untuk setiap kenaikan 1°C tegangan keluaran LM35 akan naik sebesar 10mV dengan batas maksimal keluaran sensor adalah 1,5 V pada suhu 150°C. Tegangan keluaran sensor dari pin OUT ini akan diolah pada rangkaian ADC mikrokontroler ATmega8535 yaitu PortA0.

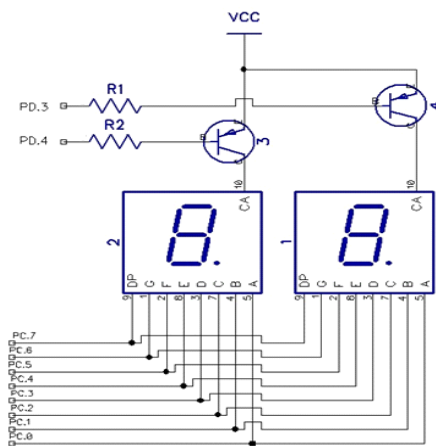
Perancangan Rangkaian Mikrokontroler ATmega8535

Di dalam rangkaian mikrokontroler ini terdapat port digunakan untuk menampung *input* atau *output* data dari sensor LM35,

mengendalikan pemanas, dan rangkaian seven segmen. Rangkaian ini terdiri atas mikrokontroler ATmega8535, osilator kristal 12 MHz yang berfungsi untuk membangkitkan pulsa internal, 2 buah kapasitor C1 dan C2 masing-masing sebesar 22 pF yang berfungsi untuk menstabilkan frekuensi, kapasitor C3 sebesar 100 μ F serta resistor R1 sebesar 4,7 k Ω yang berfungsi sebagai rangkaian *reset*.



Gambar 9. Skema rangkaian Mikrokontroler ATmega8535



Gambar 10. Skema Rangkaian Seven Segment

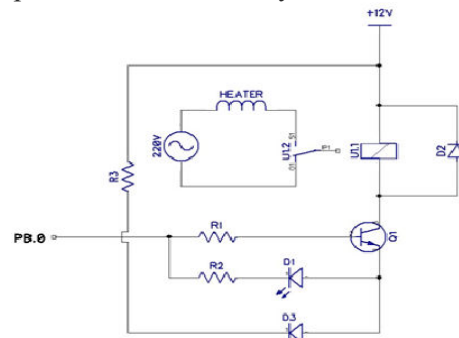
Perancangan Rangkaian Seven Segment

Seven segment akan hubungkan secara seri dengan Vcc sebesar 5 V melalui transistor C9012 tipe pnp (untuk mengaktifkan transistor tersebut harus diberi logika 0 pada basisnya). *Seven segment* yang pertama menunjukkan sebagai angka puluhan, *seven segment* yang kedua sebagai angka satuan. Pin yang digunakan mikrokontroler untuk mengirim data ke *seven segment* adalah pin C (PC.0 – PC.6), sedangkan port untuk menyalakan basis pada kedua transistor tersebut dihubungkan ke pin D (PD.3 dan PD.4)

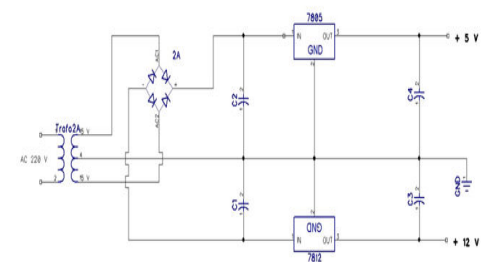
pada mikrokontroler ATmega8535 dengan R1 dan R2 masing-masing sebesar 2,2 k Ω .

Perancangan Rangkaian Pengkondisian Sinyal

Rangkaian pengkondisian ini menggunakan rangkaian aktuator elektrik yang akan mengontrol pemanas (*Heater*). Aktuator dari sistem ini terbuat dari *relay*, transistor BD139 saklar untuk membuka tegangan 12 VDC masuk ke relay dan dioda 1N4002 sebagai komponen untuk mencegah arus balik dari relay yang dapat merusak transistor, serta beberapa komponen elektronik lainnya.



Gambar 11. Skema Rangkaian Aktuator



Gambar 12. Skema Rangkaian Catu Daya

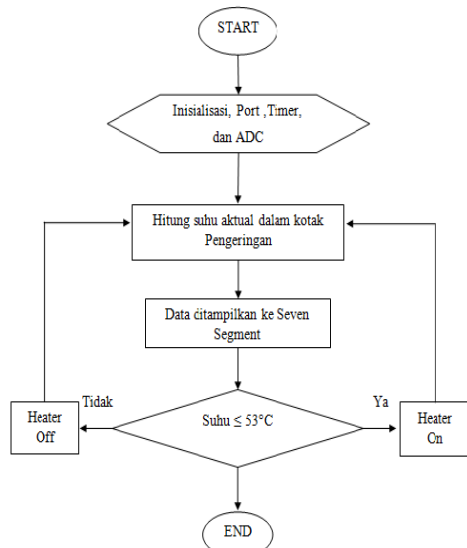
Perancangan Rangkaian Catu Daya

Komponen-komponen yang digunakan dalam rangkaian catu daya terdiri atas tranformator, penyearah, rangkaian *filter*, dan IC *regulator*. Rangkaian penyearah gelombang yang digunakan adalah rangkaian penyearah gelombang penuh menggunakan 4 buah diode 1N4002 yang dikenal sebagai jembatan dioda, sedangkan untuk mengurangi *ripple* menggunakan kondensator 2200 μ F/25 V (C1, C2, C3, dan C4) serta IC LM7805 dan IC LM7812 sebagai regulator. Penggunaan trafo pada perancangan ini berfungsi sebagai penurun tegangan.

Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Pada penelitian ini, penulis menggunakan perangkat lunak yang berfungsi sebagai pengukuran dan pengontrol kerja sistem

menggunakan bahasa pemrograman C. Bahasa pemrograman ini digunakan untuk mengkomunikasikan mikrokontroler ATmega8535, sensor LM35, dan aktuator. Secara umum alur pemrogramannya dapat dijelaskan seperti pada Gambar 13.



Gambar 13. Diagram Alir Program



Gambar 14. Hasil Rancangan Keseluruhan Sistem

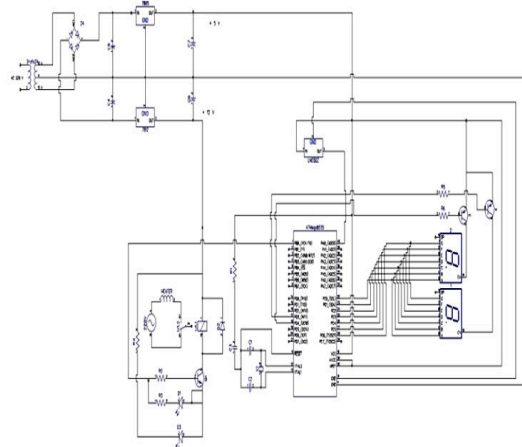
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan Perangkat Keras

Keseluruhan sistem kerja pada rangkaian pengontrolan suhu pengeringan ikan ini terdiri dari rangkaian catu daya, rangkaian mikrokontroler ATmega8535, rangkaian pengendali sinyal tegangan tinggi (aktuator), rangkaian *seven segment* serta rangkaian mekanik kotak pengeringan. Rancangan keseluruhan sistem pengontrolan suhu untuk pengeringan ikan ditunjukkan oleh Gambar 14.

Pengujian dan kalibrasi Rangkaian Sistem

Proses pengontrolan akan dimulai saat rangkaian catu daya diaktifkan sehingga menjadi sumber tegangan yang digunakan untuk mengaktifkan setiap rangkaian yang dibuat. Mikrokontroler sebagai pusat pengendali akan mengaktifkan dan mengelola setiap masukan data tegangan dari LM35.



Gambar 15. Skema Rangkaian keseluruhan Sistem

Pengujian Rangkaian Sensor LM35

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tegangan LM35

Uji ke-	Suhu (°C)	Tegangan Keluaran (mV)
1.	29	290
2.	30	301
3.	32	320
4.	39	390
5.	40	400
6.	45	451
7.	48	480
8.	50	500
9.	52	520
10.	53	530

Data tegangan yang telah diolah ini selanjutnya akan ditampilkan oleh *seven segment* menjadi nilai suhu serta menjadi pembandingan dengan nilai *setpoint* untuk meng-on/off-kan aktuator.

Pengujian Rangkaian Pengkondisian Sinyal & Relay

Rangkaian pengkondisian sinyal diuji untuk memastikan pengkondisian sinyal bekerja sesuai dengan *setpoint* suhu yang

dimasukkan. Hasil pengukuran tegangan keluaran ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengukuran V_{out} pada Port B.0

Uji ke-	Tegangan Keluaran (V)	Kondisi Port B.0
1.	4,82	1
2.	4,82	1
3.	4,82	1
4.	4,81	1
5.	4,80	1
6.	0,05	0
7.	0,05	0
8.	0,06	0
9.	0,06	0
10.	0,06	0

Hasil pengujian tegangan keluaran relay ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian V_{out} pada Relay

Uji ke-	Kondisi Port B.0	Tegangan Keluaran (V)	Kondisi Relay
1.	1	220	Aktif
2.	1	220	Aktif
3.	1	220	Aktif
4.	1	220	Aktif
5.	1	220	Aktif
6 - 10	0	0	Tidak Aktif

Pengujian Rangkaian Catu Daya

Rangkaian catu daya diuji untuk memastikan sumber daya yang akan digunakan sebagai pengoperasian setiap rangkaian dapat berfungsi dengan baik dalam menunjang kinerja sistem. Catu daya yang dirancang terdiri dari dua sumber daya, yaitu sebesar 5 Volt dan 12 Volt. Hasil pengujian catu daya ini dapat dilihat pada Tabel 4.

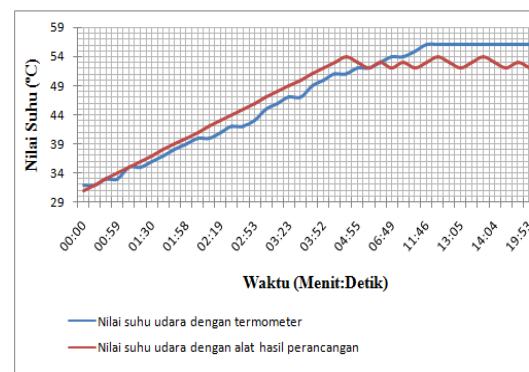
Tabel 4. Hasil Pengujian Catu daya V_{out} (V)

Uji Ke-	Sumber Tegangan 5 V	Sumber Tegangan 12 V
---------	---------------------	----------------------

1.	5,02	11,87
2.	5,03	11,87
3.	5,03	11,87
4.	5,03	11,87
5.	5,03	11,87

Kalibrasi Pengukuran Suhu

Proses kalibrasi dalam pengujian sistem pengeringan dilakukan dengan mengamati setiap perubahan suhu yang ditampilkan pada *seven segment* selama 20 menit. Hasil ini dapat dilihat dari besar simpangan pengukuran suhu udara sebesar $\pm 0,025^\circ\text{C}$ ($\Delta T = \pm 0,025^\circ\text{C}$).









Gambar 16. Grafik Nilai Suhu Udara Termometer dan Alat Ukur Hasil Perancangan

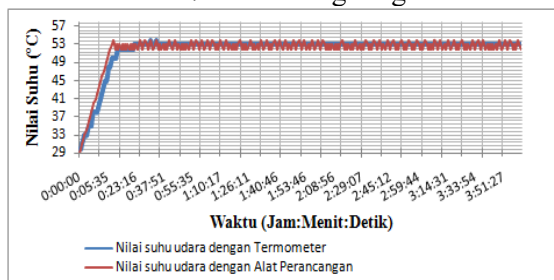
Dari Gambar 16 terlihat bahwa suhu yang terukur oleh sensor lebih fluktuatif karena lebih sensitif responnya secara *real time* dibandingkan dengan termometer. Pada waktu pengeringan ikan, suhu diatur untuk dikontrol pada suhu 53°C walaupun terjadi perubahan suhu yang terjadi dalam beberapa detik akan tetapi pada suhu 53°C terus dipertahankan.

Analisis Data Hasil Pengontrolan Suhu pada Pengeringan Ikan

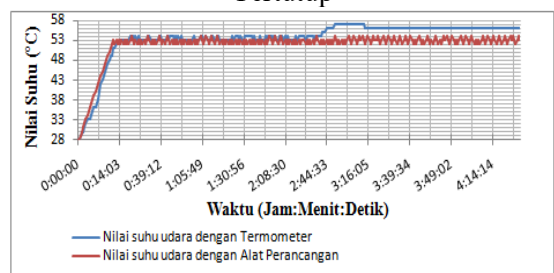
Proses pengeringan ini dilakukan pada jenis ikan Tembang dengan berat mencapai 200 gram selama 4 Jam, selanjutnya dilakukan pada ikan Tembang dengan berat 200 gram selama 4 Jam. Pengeringan dilakukan dengan menggunakan tiga jenis pengeringan, yaitu dengan menutup dan membuka lubang ventilasi atas pada kotak pengeringan, serta pengeringan secara tradisional. Hasil pengeringan ikan dapat dilihat pada gambar 17.

Jenis Pengeringan	Massa Basah (gram)	Massa Kering (gram)	Waktu Pengeringan	Gambar Basah	Gambar Kering
Alat dengan ventilasi atas tertutup	200	130	4 jam		
Alat dengan ventilasi atas terbuka	200	70	4 jam		
Tradisional	200	90	12 jam		

Gambar 17. Hasil Pengeringan Ikan



Gambar 18. Grafik Nilai Suhu Udara dalam Kotak Pengeringan dengan Ventilasi Atas Tertutup



Gambar 19. Grafik Nilai Suhu Udara dalam Kotak Pengeringan dengan Ventilasi Atas Terbuka

Perbedaan suhu ini diakibatkan oleh perbedaan sensitifitas kedua alat ukur yang digunakan. Dengan waktu pembacaan suhu oleh sensor diatur *real time* berlangsung begitu cepat, yaitu setiap 10 ms menyebabkan proses pengontrolan untuk menghidupkan dan mematikan pemanas (*heater*) pun berlangsung sangat cepat sehingga resiko kehilangan aliran udara panas di dalam kotak pengeringpun semakin kecil.

Hasil pengujian yang ditampilkan pada Gambar 18 dan Gambar 19 dapat menunjukkan grafik transien suhu dalam ruang pengering. Proses pengontrolan pada *heater* dapat diatur agar nilai suhu *setpoint* sesuai keperluan. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 19 yang sempat mencapai suhu 57 °C. Kelajuan pengeringan yang terlihat pada pengujian ini hanya bergantung pada ketebalan ikan yang dikeringkan, sudut aliran udara panas terhadap letak bahan, dan laju aliran udara panas yang dihasilkan agar merata dalam mendistribusi suhu, menaikkan perpindahan kalor didalam kotak pengeringan serta menaikkan koefisien perpindahan massa (kadar air).

a. Ketebalan dari ikan yang lebih kecil menyebabkan perpindahan kalor yang terjadipun semakin cepat. Hasil pengeringan ini menyebabkan ikan yang lebih tipis akan terlihat lebih kaku dan berwarna lebih kemerahan daripada ikan yang memiliki ketebalan lebih besar.

b. Pengaruh aliran udara, yaitu sudut dan laju aliran udara panas. Sudut aliran udara yang cukup besar juga mempengaruhi terhadap proses pengeringan. Hal ini akan sangat membantu dalam proses penguapan massa uap air dari ikan ke atmosfer, sehingga tidak membuat permukaan daging ikan menjadi keras dan kemerahan akibat terlalu lama dikeringkan. Peristiwa ini ditunjukkan pada Tabel 5 saat ventilasi atas yang berfungsi sebagai lubang penguapan uap ditutup akan mengakibatkan ikan yang dikeringkan lebih terlihat lunak, sedangkan pengeringan saat ventilasi terbuka maka terlihat ikan lebih kaku karena uap air dapat terbuang keluar.

c. Selanjutnya, pengaruh laju aliran udara didalam kotak pengeringan menyebabkan kecepatan sirkulasi udara yang lambat pula didalam kotak untuk memindahkan massa uap air dari bahan ke atmosfer, akibatnya kandungan uap air disekitar bahan yang dikeringkan semakin jenuh sehingga proses pengeringan berjalan lambat, maka akan menyebabkan penguapan massa air dalam bentuk uap air akan terhambat. Dampaknya terdapat kumpulan uap air di atas permukaan ikan dan yang membasahi dinding pada bagian atas kotak pengeringan. Ini berdampak pada proses pengeringan tidak bisa dipercepat.

Jadi, dengan bahan dasar ikan basah dengan massa yang sama 200 gram hingga di dapat standar nilai ekonomis saat ikan sudah

kering, pemanfaatan alat perancangan menjamin proses yang lebih efektif. Metode tradisional memerlukan waktu 12 jam (dari jam 09.00 – 15.00 selama 2 hari) untuk memperoleh massa kering ikan 90 gram. Perbedaan terlihat sekitar 8 jam terhadap tradisional. 4 jam proses pengeringan tradisional belum menghasilkan ikan kering secara ekonomis (masih basah). Hal ini dikarenakan suhu pengeringan secara tradisional rata-rata 32 °C sampai 33 °C dan secara manual perlu proses membalik-balikan ikan sebanyak 3 kali untuk membantu mengeringkan ikan secara merata.

KESIMPULAN

Sebuah sistem pengontrol suhu secara loop tertutup pada pengeringan ikan berbasis ATmega8535 dapat berhasil didesain menggunakan sensor LM35 sebagai pendeteksi dan seven segment sebagai *display* untuk menampilkan suhu udara.

Dari hasil pengujian alat dan sistem pada pengeringan ikan menunjukkan hasil kinerja yang cukup baik. Hal ini didasarkan pada hasil uji coba dimana proses pengeringan terjadi sesuai dengan nilai setpoint yang diberikan, yaitu sebesar 53°C dengan besarnya simpangan pengukuran suhu menggunakan alat hasil rancangan terhadap alat ukur manual sebesar 0,0076% \approx 0,025°C.

Hasil dari alat perancangan menunjukkan bahwa berat ikan tembang yang dikeringkan selama 4 jam pada keadaan ventilasi terbuka akan mencapai 70 gram dari berat basah ikan 200 gram, sedangkan pengeringan selama 4 jam pula pada keadaan ventilasi tertutup berat kering ikan tembang akan mencapai 130 gram dari berat basah ikan 200 gram.

Alat pengontrolan suhu inipun masih memiliki keterbatasan sehingga dalam pengembangannya dapat memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

Bagi penelitian selanjutnya agar mengembangkan jalur aliran udara panas dari kipas dengan sudut yang semakin kecil

terhadap letak bahan dalam sistem pengeringan sehingga dapat membantu proses pengeringan ikan lebih cepat. Mengganti alat ukur pembanding menggunakan Termokopel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tim Penulis PS 2018 *Agribisnis Perikanan (Edisi Revisi)*.
- [2] Provinsi Nusa Tenggara Timur 2012 Tentang Rencana Aksi Daerah Percepatan Pemenuhan Pangan Dan Gizi Provinsi Nusa Tenggara Timur Tahun 2012-2015. *kupang*
- [3] Handoyo, E. A dkk. 2011 *Desain dan Pengujian Sistem Pengering Ikan Bertenaga Surya*
- [4] Warsito A 2008 *Bahan Ajar Sistem Kontrol Otomatis*
- [5] Pinem 2005 Rancang Bangun Alat Pengeringan Ikan Teri Kapasitas 12kg/jam *Staf Pengajar Jur. Tek. Mesin. Politek. Negeri Malang. J. Tek.SIMETRIKA* 3 249–53
- [6] Abdullah K 2003 Fish Drying Using Solar Energy, Lectures and Workshop Exercises on Drying of agricultural and Marine Products *ASEAN SCNCER* pp 159–83
- [7] Setyoko, B D 2008 *Pengeringan ikan teri dengan sistem vakum dan paksa*
- [8] Cengel Y A 2002 *Introductions to Thermodynamics and Heat Transfer The McGrawHill Companies, Inc. Singapore* 82
- [9] Fishbase 2013 *Sardinella fimbriata (Valenciennes, 1847) Fringescale sardinella*
www.fishbase.org/summary/Sardinella-fimbriata.html, diakses 22 Novemb. 2013
- [10] Semiconductor. N 2000 LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors <http://www.national.com>
- [11] Atmel 2006 ATmega8535 <http://www.atmel.com>
- [12] Yakuzanet 2008 Sensor Ultrasonik dan Mikrokontroler <http://yakuzanet.wordpress.com>