

## PENGONTROL SUHU PADA PASTEURISASI SUSU DI KUBE PSP DESA KEMIRI KECAMATAN JABUNG MALANG

Eko Nurcahyo<sup>1</sup>, Choirul Saleh<sup>2</sup>, Bambang Prio Hartono<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang  
[ekonur@lecturer.itn.ac.id](mailto:ekonur@lecturer.itn.ac.id)

**Abstrak,** Pasteurisasi adalah suatu proses pemanasan pada suhu dibawah 100°C dalam jangka waktu tertentu yang dapat mematikan mikroba yang ada dalam susu. Saat ini dikenal dengan dua metode yang lazim digunakan pada proses pasteurisasi susu, yaitu LTLT (low temperature long time) dan HTST (high temperature short time). Metode LT LT pada dasarnya dilakukan dengan pemanasan susu antara suhu 63-65° C dan dipertahankan pada suhu tersebut selama 30 menit. Sedangkan metode HTST dilakukan dengan pemanasan susu selama 5-10 menit pada suhu 70-71°C. Dengan pemanasan ini diharapkan akan dapat membunuh bakteri pantogen yang membahayakan kesehatan manusia dan meminimalisasi perkembangan bakteri lain, baik selama pemanasan maupun pada saat penyimpanan. Untuk itu dirancang sebuah alat untuk mengontrol suhu pada pasteurisasi susu dengan kontrol PID di Kube PSP Desa Kemiri Kecamatan Jabung Malang menggunakan sensor DS18B20 yang berfungsi untuk mengetahui suhu pada susu. Perancangan ini menggunakan servo dan dimmer untuk mengatur suhu pada susu. Dari hasil pengujian, alat dapat menurunkan dan menaikkan suhu ketika suhu melewati batas setpoint yang ditentukan oleh pengguna. Untuk mencapai setpoint 65°C pemanasan membutuhkan waktu yang cukup lama, yaitu 2 jam 56 menit 51 detik sedangkan hasil tuning PID secara trial and error, servo dapat memutar dengan baik untuk nilai  $k_p = 1,5$ ,  $k_i = 0,2$ ,  $k_d = 8$  dengan setpoint 65°C.

**Kata kunci:** Susu, Pasteurisasi, PID, Sensor DS18B20

### PENDAHALUAN

Indonesia merupakan negara berkembang yang penduduknya banyak bergerak di bidang peternakan dan industri kecil. Untuk itu pengembangan teknologi di bidang industri kecil perlu ditingkatkan untuk menghasilkan terobosan-terobosan baru. Dengan terobosan tersebut diharapkan mampu meningkatkan kualitas dan efektivitas dalam menghasilkan produk. Perindustrian skala kecil dan menengah di Indonesia masih banyak menggunakan teknologi yang sederhana.

Susu segar merupakan bahan minuman yang mempunyai kandungan gizi tinggi tetapi rentan terhadap bakteri sehingga tidak tahan lama dan mudah rusak (basi) dan susu yang dapat dikonsumsi harus memiliki syarat susu yang baik. Namun dalam waktu yang sangat singkat susu menjadi tidak layak dikonsumsi bila tidak ditangani dengan benar, apabila sudah terkena udara, susu sudah tidak bisa dijamin kesterilannya selain itu juga banyak mengandung bakteri yang dapat membahayakan pengkonsumsinya. Salah satu cara yang dapat ditempuh untuk mencegah kerusakan pada susu dengan cara pemanasan

(Pasteurisasi) baik dengan temperatur tinggi maupun rendah yang diterapkan.

Pasteurisasi adalah suatu proses pemanasan pada suhu dibawah 100°C dalam jangka waktu tertentu yang dapat mematikan mikroba yang ada dalam susu. Saat ini dikenal dengan dua metode yang lazim digunakan pada proses pasteurisasi susu, yaitu LT LT (*low temperature long time*) dan HTST (*high temperature short time*). Metode LTLT pada dasarnya dilakukan dengan pemanasan susu antara suhu 63-65° C dan dipertahankan pada suhu tersebut selama 30 menit. Sedangkan metode HTST dilakukan dengan pemanasan susu selama 5-10 menit pada suhu 70-71°C.

Dengan pemanasan ini diharapkan akan dapat membunuh bakteri pantogen yang membahayakan kesehatan manusia dan meminimalisasi perkembangan bakteri lain, baik selama pemanasan maupun pada saat penyimpanan.

Dengan adanya alat pengontrol suhu ini diharapkan dapat dihasilkan sistem *pasteurisasi* untuk meningkatkan keefektifan dan efisiensi

pada skala industri kecil yang saat ini masih banyak menggunakan manual.

Tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Merancang sebuah alat yang dapat mengontrol suhu pada sistem *pasteurisasi* susu dengan Arduino Mega
2. Menerapkan system kontrol PID (*Proportional Integral Derivative*) untuk dapat mengontrol suhu pada sistem *Pasteurisasi* susu di Kube PSP Desa Kemiri Kecamatan Jabung Malang

### Komposisi Susu

Menurut Hadiwiyoto (1994), Komposisi susu lebih lengkap dari pada bahan pangan lainnya, artinya komponen – komponen yang dibutuhkan oleh tubuh manusia semuanya terdapat dalam susu. Komponen – komponen yang utama yang terkandung dalam susu segar adalah protein, lemak, hidrat arang, mineral, vitamin, dan air. Komponen – komponen lainnya yang terkandung dalam susu yang bersifat trace (dalam jumlah sedikit) tetapi penting antara lain adalah lisitin, pospolipida, kolesterol, dan asam – asam organik. Komposisi air susu secara umum yaitu :

Tabel 1. Komposisi Rata-Rata Susu Sapi Dan Variasinya

Komponen	Rata – Rata %	Variasi %
Protein	3,6	2,9 – 5
Lemak	3,7	2,5 – 6
Gula	4,8	3,6 – 5,5
Mineral	0,7	0,6 – 0,9
Air	87,2	85,5 – 89,5

Tabel 2. Kandungan Vitamin dalam susu sapi

Vitamin	Kandungan mg/1 susu
Vitamin A	1000 – 1000
Vitamin D	15
Vitamin E	0,6
Tiamin	0,41
Riboflavin	1,72
Pridoksin	0,67
Asam Pantotenat	3,30
p-Amino Benzoat	0,15
Niasin	0,82
Kolin	185
Biotin	28
Inositol	0,18

Asam Folat	50
Vitamin C	15 – 22

### Pasteurisasi

Pasteurisasi adalah proses memanaskan makanan, biasanya cairan untuk temperatur tertentu untuk jangka waktu tertentu dan kemudian dilakukan proses pendinginan. Proses ini memperlambat pembusukan

Tidak seperti sterilisasi, pasteurisasi tidak dimaksudkan membunuh seluruh mikroorganisme di makanan. Sebaliknya, bertujuan untuk mengurangi jumlah pantogen yang layak sehingga mereka tidak menyebabkan penyakit dengan asumsi produk yang dipasteurisasi disimpan sebagai ditunjukkan dan dikonsumsi sebelum tanggal jatuh tempo. Susu harus di pasteurisasi agar mikroba pantogen dapat berkurang dan susu dapat bertahan lebih lama. (Wikipedia, 2011)

#### *Pasteurisasi memiliki tujuan:*

1. Untuk membunuh bakteri pantogen, yaitu bakteri yang berbahaya Karena dapat menimbulkan penyakit pada manusia.
2. Untuk memperpanjang daya simpan produk.
3. Dapat menimbulkan citarasa yang baik pada produk.
4. Pada susu proses ini dapat menon-aktifkan enzim fosfatase dan katalase yaitu enzim yang membuat susu cepat rusak.

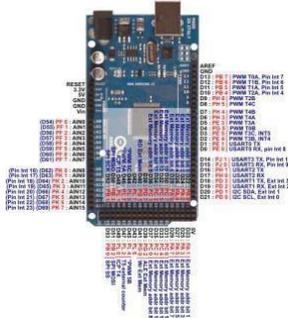
Metode pasteurisasi ada 3 macam yang umum digunakan yaitu :

1. **HTST (High Temperature Short Time)**, yaitu pemanasan susu selama 15 – 16 detik pada temperature 71°C - 75°C
2. **LTLT (Low Temperature Long Time)**, yaitu memanaskan susu pada temperature 60°C-63°C selama 30 menit.
3. **UHT (Ultra High Temperature)**, yaitu memanaskan susu dengan temperature 131°C selama 0,5 detik. Pemanasan ini dilakukan dengan tekanan tinggi untuk menghasilkan perputaran dan mencegah terjadinya pembakaran produk pada alat pemanas. (Nurhidayat, 2007).

### Arduino Mega

Arduino ATmega 2560 adalah papan mikrokontroler sesuai dengan ATmega2560 (ATmega2560 datasheet) . IC ini memiliki 54

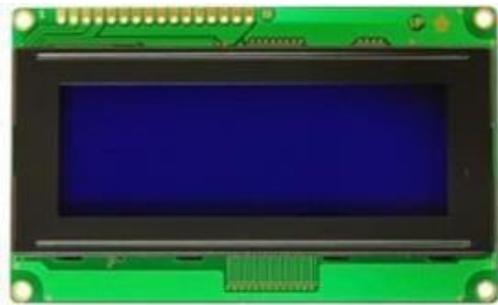
pin digital input / output ( dan 14 pin input / output dapat digunakan hasil PWM ), 16 input analog , 4 UART ( *Universal Asynchronous Receiver / Transmitter* ) untuk antarmuka dengan RS232 port serial perangkat diaktifkan termasuk komputer , 16 MHz osilator , sebuah koneksi USB , jack listrik, header ICSP, bersama dengan tombol sebagai reset.



Gambar 1. Arduino Mega 2560

### LCD (Liquid Crystal Display)

LCD ( Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD terdiri dari lapisan-lapisan cairan kristal diantara 2 plat kaca. Ada beberapa jenis LCD diantaranya : *Segment LCD*, *Dot Matrix character LCD*, dan *Graphic LCD*. Dalam pembuatan alat ini menggunakan LCD karakter 20 X 4.



Gambar 2. LCD Character 20 x 4

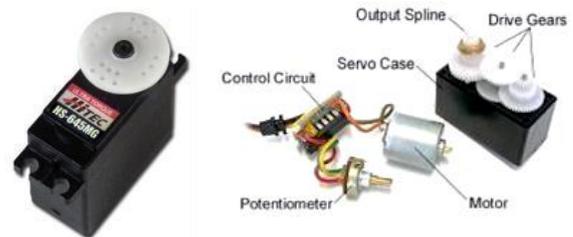
### Keypad Matriks 4x4

Keypad Matriks adalah tombol-tombol yang disusun secara maktriks (baris x kolom) sehingga dapat mengurangi penggunaan pin input. Sebagai contoh, Keypad Matriks 4x4 cukup menggunakan 8 pin untuk 16 tombol. Hal tersebut dimungkinkan karena rangkaian

tombol disusun secara horizontal membentuk baris dan secara vertikal membentuk kolom.

### Motor Servo

Motor Servo merupakan perangkat atau actuator putar (motor) yang mampu bekerja dua arah (Clockwise dan Counter Clockwise) dan dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem closed feedback yang terintegrasi pada motor tersebut. Pada motor servo posisi putaran sumbu (axis) dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini sangat kompleks karena disusun dari gearbox, motor dc, variable resistor dan system kendali, sehingga nilai ekonomis dari motor ini juga sangat tinggi dibandingkan motor dc yang lain yang ukurannya sama. Potensiometer sebagai penentu batas maksimal dari putaran sumbu motor servo sedangkan arah putaran dan sudut dari sumbu motor servo dapat diatur berdasarkan pengaturan duty cycle sinyal PWM(Pulse Width Modulation) pada pin kendali motor servo.



Gambar 3. Motor Servo

### Dimmer

Dimmer adalah rangkaian yang dapat mengatur besaran dan juga tingkat cahaya lampu yang menyala. Di dalam rangkaian dimmer ini, terdapat 3 komponen penting guna mengatur kerja dimmer ini. Komponen TRIAC berfungsi untuk mengatur besaran tegangan AC yang masuk ke perangkat lampu. Sementara komponen DIAC dan VR berfungsi untuk mengatur bias TRIAC guna menentukan titik on dan off pada komponen TRIAC ini.



Gambar 4. Dimmer

### Sensor Suhu (DS18B20)

Sensor suhu DS18B20 merupakan suatu komponen elektronika yang dapat menangkap perubahan temperatur lingkungan lalu kemudian mengkonversinya menjadi besaran listrik. Sensor ini merupakan sensor digital yang menggunakan 1 wire untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler. Keunikan dari sensor ini adalah tiap sensor memiliki kode serial yang memungkinkan untuk penggunaan DS18B20 lebih dari satu dalam satu komunikasi 1 wire. Sensor ini dapat mengukur suhu  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $-67\text{ }^{\circ}\text{F}$  sampai  $+275\text{ }^{\circ}\text{F}$ ). Selain itu, sensor ini tidak memerlukan catu daya eksternal karena menarik daya dari mikrokontroler atau jaur data. Sensor ini cocok di setiap lingkungan basah atau kering.

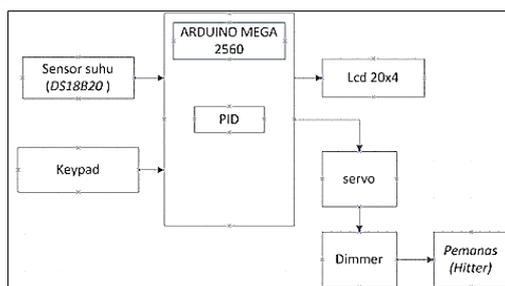


Gambar 5. Sensor Suhu

### METODE

#### Kerangka Perancangan Alat Perancangan Sistem

Sistem yang akan dirancang akan dibagi menjadi dua bagian utama yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perancangan sistem *hardware* meliputi bagian *input*, *kontroller*, dan *output*. Pada bagian input terdiri dari sensor *Sensor suhu (DS18B20)* dan *keypad*. Pada bagian kontroller menggunakan Arduino Mega 2560 yang berfungsi sebagai pusat pengolahan data dari sensor *DS18B20* dan *Keypad*. Data yang diolah Arduino tadi nantinya akan diolah menjadi informasi yang akan ditampilkan ke LCD.

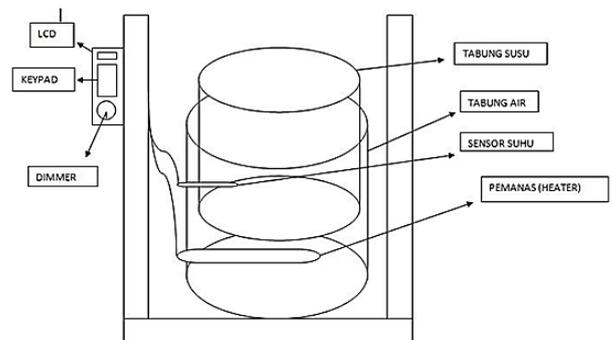


Gambar 6. Blok Diagram Sistem

### Prinsip Kerja

Pada prinsipnya, alat pengontrol suhu ini bekerja dengan cara mengatur suhu pada *pasteurisasi* susu dengan control PID. Untuk mengatur suhu saat proses *pasteurisasi* susu akan di inputkan pada keypad berapa *suhu dan waktu* yang diinginkan dan akan ditampilkan pada LCD yang selanjutnya akan diolah oleh Arduino dan mengirim data ke Servo yang nantinya menggerakkan Dimmer dan menhidupkan pemanas (*heater*) dalam tabung pasteurisasi susu. Setelah proses *pasteurisasi* susu selesai maka dimmer secara otomatis akan menurunkan suhu pada pemanas mencapai suhu terendah pada pemanas (*hitter*) tersebut.

### Perancangan Mekanik

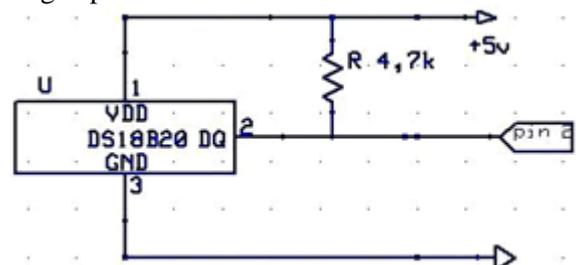


Gambar 7. Rancangan Mekanik

### Perancangan Hardware

#### Perancangan Sensor Suhu DS18B20

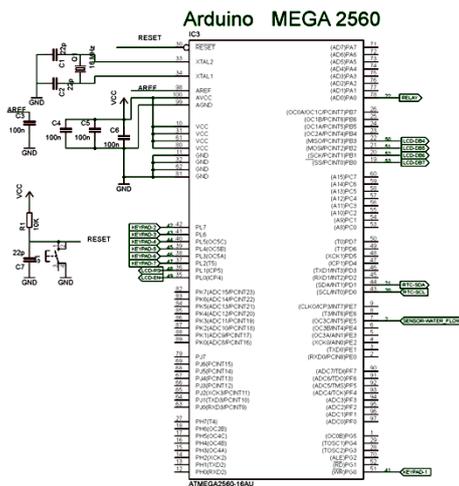
Perancangan sensor suhu pada system ini digunakan untuk mengetahui suhu pada sistem pasteurisasi susu pada tabung. Sensor secara otomatis akan membaca data ketika mendeteksi panas suhu pada susu. Sensor suhu ini mempunyai 3 pin koneksi yaitu Data, Vcc, dan Gnd. Pin data mengeluarkan sinyal output berupa pulsa ketika mendeteksi suhu panas dan nantinya akan di baca oleh Arduino. Berikut adalah konfigurasi antara sensor suhu dengan pin Arduino.



Gambar 8. Skematik rangkaian DS18b20

### Perancangan Rangkaian Arduino Mega 2560

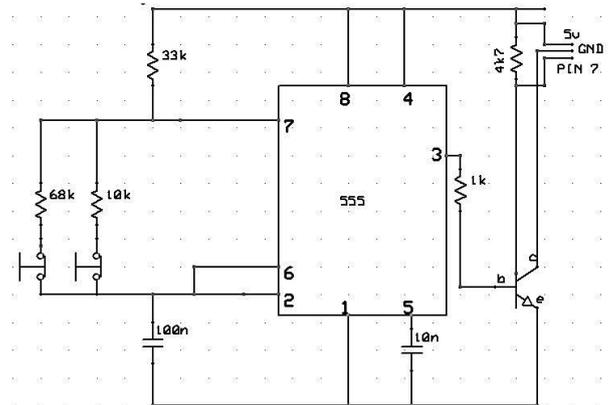
Minimum sistem merupakan suatu rangkaian yang digunakan sebagai pendukung kerja dari perangkat mikrokontroller. Dalam perancangannya minimum sistem memiliki 2 bagian utama yang wajib ada yaitu rangkaian *reset* dan rangkaian *clock* (jika menggunakan sumber *clock eksternal*), sedangkan rangkaian yang lain bersifat opsional tergantung dari fungsi mikrokontroller yang akan digunakan pada suatu sistem/alat yang akan dirancang. Pada perancangan sistem, mikrokontroller yang dipakai adalah mikrokontroller buatan ATMEL dengan tipe ATmega 2560. Mikrokontroller ini sengaja dipilih karena pertimbangannya *memory EEPROM* yang cukup besar yaitu 4KB untuk menyimpan data masukan pada sistem ini, serta memiliki fitur 4 buah USART (Serial Rx/Tx). Dengan perancangan untuk mengontrol sistem ini yaitu seperti gambar dibawah ini.



Gambar 9. Rangkaian Minimum Sistem ATmega 2560 (Arduino Mega 2560)

### Perancangan Motor Servo

Motor Servo merupakan perangkat atau actuator putar (motor) yang mampu bekerja dua arah (Clockwise dan Counter Clockwise) dan dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem closed feedback yang terintegrasi pada motor tersebut. Perancangan motor servo ini digunakan untuk memutar dimmer secara otomatis. Pin motor servo langsung dihubungkan ke pin Arduino dan supply tegangan diberi 5v dari Arduino. Berikut ini adalah skematik rancangan dari Motor Servo.



Gambar 10. Rangkaian Motor Servo

### Perancangan Dimmer

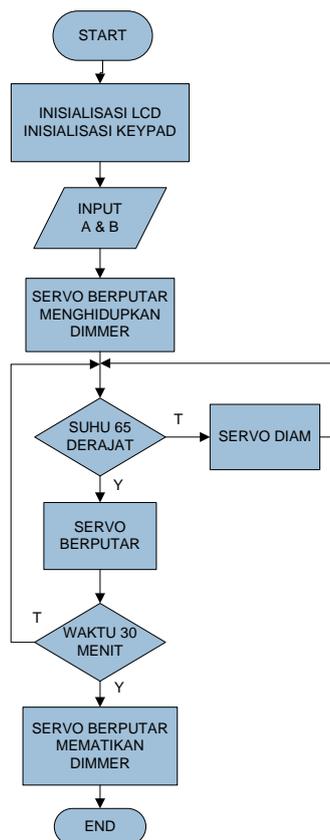
Dimmer adalah rangkaian ac yang biasa digunakan untuk mengatur nyala pada lampu. Rangkaian dimmer ini nantinya digunakan untuk mengatur elemen pemanas yang digunakan untuk pemanasan pada susu. Komponen utama dari dimmer ini adalah triac, diac, dan resistor. Triac yang nantinya masuk ke tegangan AC 220V serta diac dan vr berfungsi mengatur pemanas.



Gambar 11. Rangkaian Dimmer

### Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan *software* dilakukan setelah perencanaan pembuatan *flowchart*. Gambar 12 merupakan *flowchart* dari sistem yang dibuat.



Gambar 12. Flowchart keseluruhan sistem

### Realisasi Pemecahan Masalah

Penerapan IPTEKS ini melibatkan beberapa unit terkait yang merupakan unsur-unsur sumberdaya manusia dan sumberdaya informasi. Dari segi sumber daya manusia (SDM), kegiatan ini melibatkan instansi yang mewakili Program Studi, yaitu Dosen Teknik Listrik DIII dan Teknik Informatika S-1, sedangkan dari masyarakat diwakili oleh Personil dari pihak PSB KUBE Maju Mapan. Dengan mengembangkan alat pasteurisasi susu ini diharapkan dapat menunjang peternak susu di desa Kemiri Kecamatan Jabung dalam mengolah susu mentah menjadi matang dengan baik dan memanfaatkan potensi sumber daya daerah.

### Khalayak Sasaran Antara Yang Strategis

Khalayak sasaran yang dianggap strategis untuk dilibatkan dalam program penerapan Ipteks adalah Ternak sapi perah yang dikelola peternak di Desa Kemiri yang tergabung pada KUBE PSP maju Mapan Kabupaten Malang, selanjutnya dapat disebarluaskan hasil kegiatan pada anggota khalayak sasaran yang lain. Pihak-pihak

yang terkait dengan pasteurisasi susu ini dengan adanya alat ini adalah sebagai berikut : Peternak sapi perah yang dikelola peternak di Desa Kemiri yang tergabung pada KUBE PSP maju Mapan, sehingga keberadaan KUBE PSP Maju Mapan sangat membantu bagi peternak kecil sapi perah yang dikelola dan tergabung dalam Kelompok Usaha Bersama Peternak Sapi Perah Maju Mapan (KUBE PSP Maju Mapan) dengan tujuan untuk memberikan nuansa berbeda dalam pengelolaan agribisnis sapi perah yang diharapkan dapat memberikan peningkatan kesejahteraan pada masyarakat Desa Kemiri umumnya dan Peternak anggota pada khususnya. Pendataan populasi atau sensus populasi sapi perah ditingkat peternak rakyat akan dapat merupakan cikal bakal dalam membuat perencanaan dalam pengembangan usaha sapi perah ditingkat peternakan rakyat khususnya pada anggota KUBE PSP maju Mapan guna mencapai tujuan agar peternak anggota mencapai keuntungan optimal sehingga usaha tersebut layak dikembangkan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Kualitas Susu

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas susu setelah pemanasan. Ada 3 percobaan dalam pemanasan susu yaitu suhu kurang dari 65°C, 65°C, dan lebih dari 65°C.



Gambar 13. Susu sebelum dipanaskan dan suhu 23.56°C



Gambar 14. Susu dipanaskan dan suhu Kurang 65°C



Gambar 15. Susu Dipanaskan Pada suhu 65°C



Gambar 16. Susu dipanaskan Diatas 65°C

Tabel 3. Pengujian Pemanasan Susu

Suhu	Kualitas Susu
Kurang dari 65°C	Masih mentah
65°C	Matang
Lebih dari 65°C	Gosong ( susu pecah )

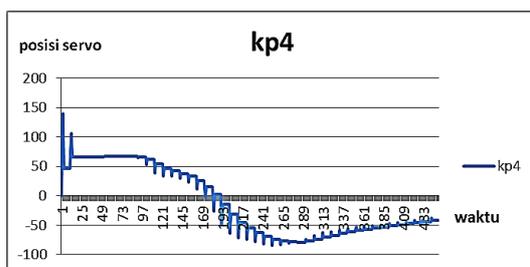
Pada gambar diatas membuktikan bahwa pada saat susu di panaskan dengan suhu kurang dari 65°C susu masih mentah, pada saat susu di panaskan pada suhu 65°C dihasilkan susu sudah matang dan pada saat susu di panaskan dengan suhu lebih dari 65°C didapatkan susu gosong dan kondisi susu pecah.

**Pengujian Kontroler PID ( Proportional Integral Derivative )**

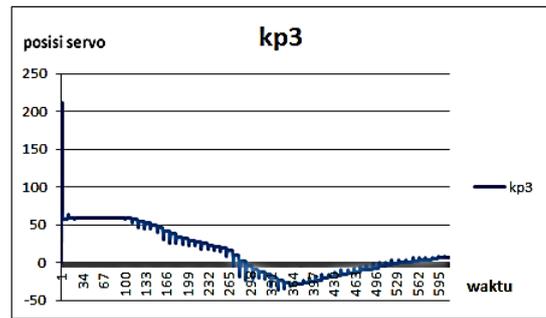
Pengujian Kontroler ini bertujuan untuk mengetahui respon dari servo pada saat memutar dimmer.

**Hasil Pengujian**

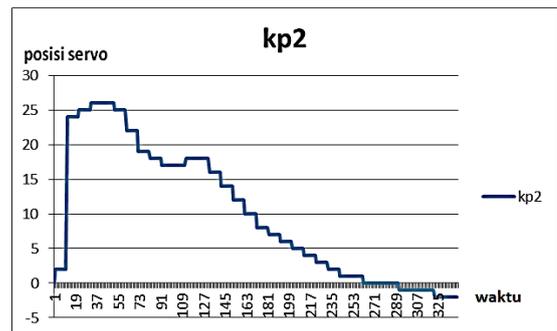
Pengujian ini dilakukan dengan penentuan nilai dari parameter PID menggunakan metode *trial* dan *error*, Dari hasil tersebut dibuat grafik dari pengujian parameter PID.



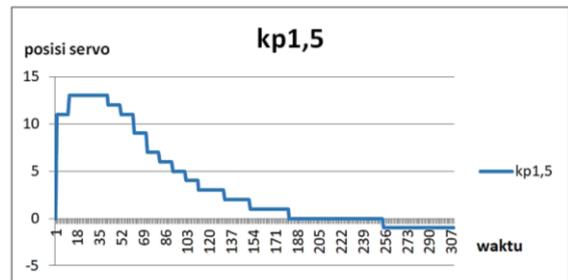
Grafik 1. Kp = 4, Ki = 0, Kd = 0



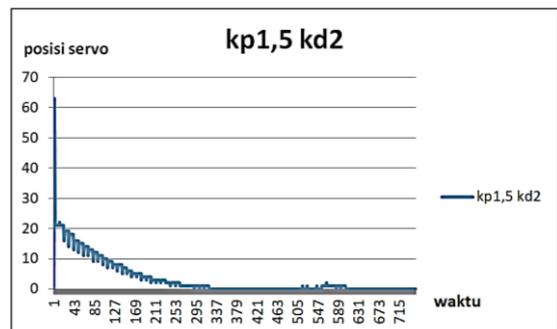
Grafik 2. Kp = 3, Ki = 0, Kd = 0



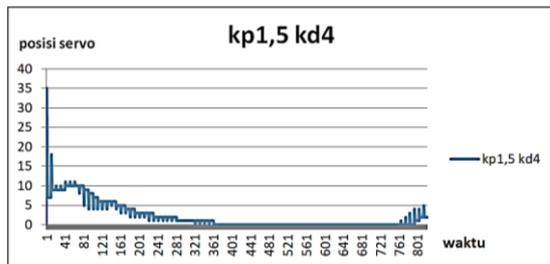
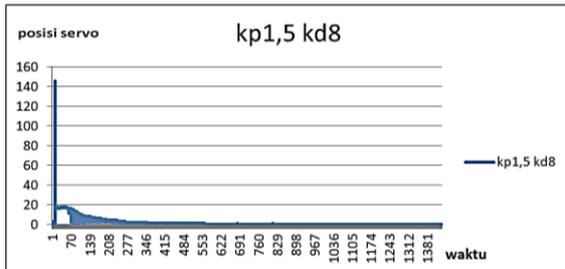
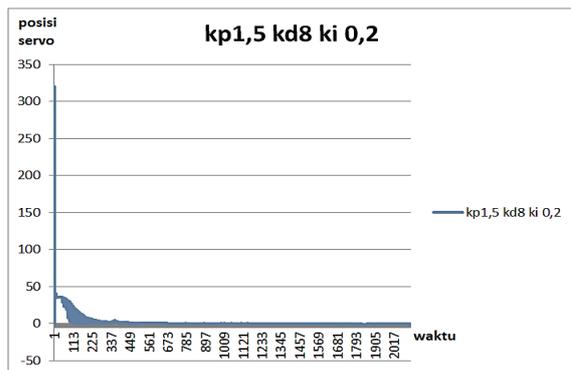
Grafik 3. Kp = 2, Ki = 0, Kd = 0



Grafik 4. Kp = 1,5, Ki = 2, Kd = 0



Grafik 5. Kp = 1,5, Ki = 2, Kd = 2

Grafik 6.  $K_p = 1,5$ ,  $K_i = 0$ ,  $K_d = 4$ Grafik 7.  $K_p = 1,5$ ,  $K_i = 0$ ,  $K_d = 8$ Grafik 8.  $K_p = 1,5$ ,  $K_i = 0,2$ ,  $K_d = 8$ 

Grafik 1 sampai dengan grafik 7 menyatakan bahwa sistem tidak stabil, dalam arti bahwa respon dari servo terkadang menghasilkan respon yang lambat atau terlalu cepat terhadap pemutaran dimmer. Setelah dilakukan serangkaian percobaan tuning parameter  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$  secara *trial* dan *error*, didapatkan sistem berjalan stabil pada  $K_p = 1,5$ ,  $K_i = 0,2$ , dan  $K_d = 8$  dengan setpoint suhu  $65^{\circ}\text{C}$ . Hasil output proses *trial* dan *error* dapat dilihat dari gambar pengujian diatas.

### Pengujian Heater

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah heater berjalan dengan baik atau tidak.

### Hasil Pengujian



(a)

(b)

Gambar 4.5 Hasil Pengujian Heater

(a) Heater dalam panci yang berisi air dan sensor DS18B20

(b) Tampilan LCD dan waktu pemanasan

Setelah melakukan pengujian terhadap heater maka dapat disimpulkan. Heater dapat memanaskan air mencapai suhu yang di setpointkan dengan waktu 2 jam 56 menit 51 detik.

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### Kesimpulan

Setelah dilakukan perancangan, pengujian dan analisa sistem, dapat disimpulkan bahwa :

1. Penggunaan pemanas (heater) pada sistem ini menggunakan 1(satu) pemanas untuk itu pemanasan membutuhkan waktu yang cukup lama, yaitu 2 jam 56 menit 51 detik..
2. Dari hasil tuning PID secara trial and error, servo dapat memutar dengan baik dengan nilai  $k_p = 1,5$ ,  $k_i = 0,2$ ,  $k_d = 8$  untuk setpoint temperatur  $65^{\circ}\text{C}$ .
3. Susu yang matang dicapai pada suhu kurang lebih  $65^{\circ}\text{C}$ .

#### Saran

Agar sistem dapat menjadi lebih baik dan dapat dikembangkan lebih sempurna, saran dari penulis antara lain sebagai berikut :

1. Pemasangan pemanas sebaiknya di tambahkan agar tidak menunggu waktu dalam memanaskan.
2. Untuk penerapan yang akan datang dapat dikembangkan dengan menambah pengaduk dan pendingin sesuai dengan ketentuan pada sistem susu pasteurisasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Roshana Linda. 2010. “*Rancang Bangun Sistem Pasteurisasi Susu Mentah Berbasis Mikrokontroler AT89S51* “. Universitas Diponegoro Semarang : Tugas Akhir MIPA.
- [2] Purnama, A. *LCD (Liquid Cristal Display)*, (Online), (<http://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display/>), diakses 11 Januari 2017
- [3] Bimantaro Yoga. <http://www.morphostlab.com/artikel/proses-pengolahan-susu.html> (diakses 10 januari 2017 )
- [4] Wiradhana Raditya, 2014 “*Sistem Pengendalian Suhu Pada Tungku Bahan Bakar Menggunakan Kontroller Pid* “. jurnal teknik elektro
- [5] Anonim, 2013. *Datasheet Arduino Mega 2560*, (Online), (<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>), diakses 9 Februari 2017.
- [6] Kadir, A. 2015. *From Zero to a Pro Arduino*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- [7] Arduino Mega 2560. (Online). (<http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>) diakses 03 April 2017.
- [8] Keypad Matriks 4x4. (Online). (<http://depokinstruments.com/2011/07/27/tiori-keypad-matriks-4x4-dan-cara-penggunaannya/>) diakses 05 April 2017
- [9] <https://www.maximintegrated.com/en/products/analog/sensors-and-sensor-interface/DS18B20.html>. (diakses 9 april 2017)
- [10] <http://www.jameco.com/jameco/workshop/howitworks/how-servo-motors-work.html> (diakses 10 april 2017 )
- [11] Herlan, Prabowo. *Rangkaian Dimmer Pengatur Iluminasi Lampu Pijar Berbassis Internally Triggered TRIAC*. INKOM, Vol III.
- [12] Kharismawan DPB Virya. 2013. *Rancang Bangun Prototype Pasteurisasi Susu*. STIKOM SURABAYA : Tugas Akhir
- [13] SNI 2007. *Susu Segar*. Badan Standar Nasional Indonesia, Jakarta.
- [14] Hadiwiyoto. 1994. *Pengujian Mutu Susu dan Hasil Olahannya*. Liberty. Yogyakarta
- [15] Wikipedia. 2011, Pasteurization. (Online).([http://](http://en.wikipedia.org/wiki/Pasteurization)
- [16] Nurhidayat. 2007. *Blanching, pasteurisasi dan sterilisasi*. Pengantar Teknologi Pertanian. Malang.