

## PROTOTYPE PROSES PEMBUATAN SUSU PASTEURISASI MENGGUNAKAN METODE PID

Rizki Bayu Dewananta<sup>1</sup>, Ii Munadhib<sup>2</sup>, Zindhu Maulana Ahmad Putra<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Jalan Teknik Kimia, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

E-mail : rizkibayu@student.ppns.ac.id

### Abstrak

Susu merupakan salah satu bahan makanan yang memiliki komposisi nutrisi yang sangat ideal bagi tubuh manusia. Kandungan yang terdapat pada susu sangat baik untuk mendukung sistem imun pada tubuh. Pengolahan susu memiliki berbagai cara untuk mengolah susu salah satunya dengan proses pasteurisasi. Pada Tugas Akhir ini menggunakan metode pasteurisasi *Low Temperature Long Time* (LTLT) yang kemudian dirancang secara otomatis menggunakan kontrol PID (*Proporsional Integral Derivative*) sehingga suhu pada susu ketika proses pemanasan dan proses pendinginan tetap stabil diangka set point. Pembuatan alat ini diharapkan dapat membunuh bakteri patogen dan tetap mempertahankan kandungan pada susu. Dari hasil pengujian alat yang sudah dilakukan, didapatkan nilai Kp, Ki, dan Kd dengan metode *auto tuning* pada *software TIA PORTAL V14* yaitu pada pemanas dengan nilai Kp = 59,17849, Ki = 8,973948, dan Kd = 2,276408, dengan rata-rata rata *rise time* 23,5 menit, *settling time* 24,6 menit, dan *overshot* 63,42°C. ada pompa pendingin dengan nilai Kp = 50,82683, Ki = 81,23557, dan Kd = 20,44338, dengan rata-rata *rise time* 27,8 detik, *settling time* 52 detik, dan *overshot* 12,85°C

**Kata Kunci:** Pasteurisasi, Susu, PID Control, PLC S7-1200

### 1. PENDAHULUAN

Susu segar adalah susu yang dihasilkan dari hewan ternak perahan, seperti sapi, kerbau, kambing, domba, dan kuda yang sehat dan tidak tercampur kolostrum (Arini, 2017). Susu memiliki nutrisi dan nilai gizi yang hampir bisa dikatakan sempurna bagi tubuh bila diolah dengan baik dan benar. Kandungan nutrisi dari susu sapi perah didominasi oleh air 87%, lemak 3,7%, gula 4,75%, protein 2,7%, abu 0,75% dan lain-lain 0,7% (Anjarsari, 2010). Dari kandungan tersebut, susu sangat baik untuk dikonsumsi.

Susu juga merupakan medium yang sangat baik bagi perkembangan mikroorganisme berbahaya. Kandungan protein, glukosa, lipida, garam mineral, dan vitamin dengan pH sekitar 6,80 menyebabkan mikroorganisme berbahaya mudah untuk berkembang (Suwito, 2010). Mikroorganisme berbahaya ini bisa berasal dari lingkungan di sekitar seperti dari alat-alat perah yang digunakan. Untuk menghilangkan bakteri-bakteri patogen tersebut, susu harus diolah dengan baik dan benar supaya dapat dikonsumsi dengan aman oleh manusia. Ada beberapa macam pengolahan susu untuk menghilangkan mikroorganisme berbahaya, salah satunya dengan cara pasteurisasi.

Menurut SNI 01-3951-1995, Susu pasteurisasi adalah susu yang telah mengalami proses pemanasan pada temperatur 72°C minimum selama 15 detik atau pemanasan pada suhu 63-66°C selama 30 menit. Selanjutnya, susu segera didinginkan hingga suhu 10°C dengan perlakuan secara aseptik dan disimpan pada suhu maksimal 4,4°C (BSN, 1995). Pemanasan pada pasteurisasi merupakan pemanasan ringan untuk membunuh sebagian mikroorganisme patogenik dengan menekan seminimal mungkin kehilangan nilai nutrisi dan mempertahankan semaksimal mungkin sifat fisik dan cita rasa susu segar (Purnomo dan Adiono 1987).

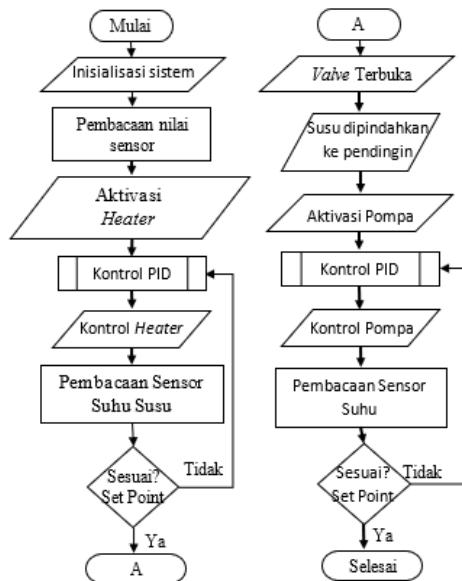
Proses pasteurisasi susu ini bertujuan untuk mengurangi seminimum mungkin kehilangan nutrisi alami susu, mempertahankan cita rasa serta rupa pada susu sugar, dan memberikan perlindungan pada konsumen terhadap penyakit-penyakit yang diakibatkan bakteri patogen pada susu sapi perah. Berdasarkan uraian diatas, maka pentingnya peneliti membuat sistem kendali dalam tugas akhirnya dengan judul **“Prototype Proses Pembuatan Susu Pasteurisasi Menggunakan Metode PID”**. Sistem kendali ini diharapkan dapat

mempertahankan suhu pada saat proses pasteurisasi berjalan. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini, kualitas susu baik untuk dikonsumsi tanpa mengurangi kadar nutrisinya. Dalam sistem pengendali ini penulis menggunakan jenis kontrol *close loop*. *Close loop* dirancang dengan adanya 2 *input* berupa suhu dan aliran yang masing-masing akan mengendalikan beberapa *output*. Jenis kontrol yang penulis gunakan yaitu menggunakan kontrol PID.

## 2. METODE

### 2.1 Flow Chart

Pembuatan *flowchart system* ini supaya memudahkan dalam menentukan alur dan memudahkan dalam pembuatan alur program. Adapun *flowchart system* dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Flowchart System

Pada **Gambar 1** dijelaskan bagaimana alur kerja pada sistem yang akan dibuat. Saat dimulai maka akan menginisialisasi seluruh sistem dan melakukan pembacaan pada sensor-sensor yang kemudian mengaktifkan aktuator *heater*, *heater* mendapatkan *feedback input* berupa sensor suhu yang diolah dengan menggunakan metode PID sehingga didapatkan *output* untuk mengatur suhu *heater*.

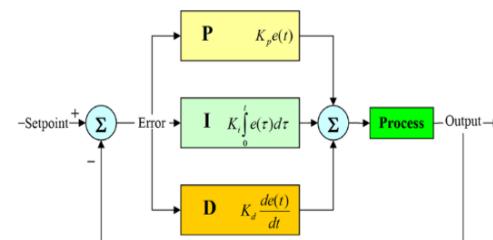
Setelah suhu susu sudah sesuai dengan *setpoint* maka *timer* akan bekerja dan akan mengaktifkan *valve* penghubung antara tempat pemanas dan tempat pendingin. Pada proses pendinginan diperlukan pengolahan data menggunakan metode PID untuk mendapatkan *output* yang digunakan untuk mengatur pompa pendingin sehingga dapat mencapai suhu susu

yang diinginkan.

### 2.2 Metode PID

Sistem kontrol PID merupakan salah satu jenis sistem kontrol yang banyak digunakan terutama pada industri manufaktur. Kontrol PID dapat dijumpai hampir pada setiap industri yang bergerak dalam bidang proses (Setiawan, 2008). PID merupakan suatu sistem yang mengontrol kestabilan suatu sistem instrumentasi dengan mengirimkan *feedback* pada sistem tersebut secara presisi. Namun sistem kendali ini tidak mampu bekerja apabila terjadi ketidakpastian dan ketidaklinieran pada sistem (Sampurno, 2015).

Dari **Gambar 2** dapat dilihat bahwa PID terdiri dari 3 macam kendali yaitu P



**Gambar 2.** Diagram Blok PID  
(id.wikipedia.org)

(Proporsional), I (Integral), dan D (*Derivative*). Ketiganya memiliki tujuan yang berbeda-beda dan saling melengkapi antara lain. Untuk merancang PID diperlukan untuk mengatur 3 parameter yaitu  $K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$  supaya PID mengeluarkan *output* yang cocok untuk mengatur *input* sesuai yang diinginkan.

### 2.3 Tuning PID

Terdapat banyak metode yang digunakan untuk menentukan parameter PID. Pada penelitian ini digunakan metode *autotuning – fine tuning* yang terdapat pada *software TIA PORTAL V14*. Penggunaan *fine tuning* dikarenakan selisih nilai antara kondisi awal *input* dan *setpoint* tidak terlalu jauh. Prosedur pada *fine tuning* menggunakan *relay method* yang dikembangkan oleh Astrom dan Hagglum (Daniun, 2017)

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pengujian Sensor Suhu

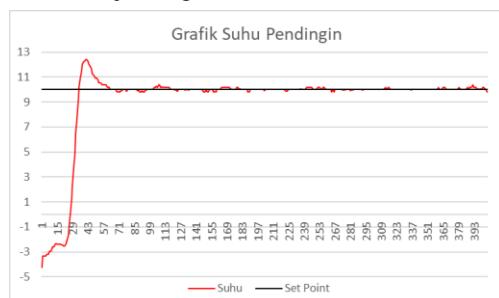
Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan nilai suhu pada termometer dengan nilai suhu pada sensor dalam beberapa kali pengukuran. Hasil dari pengujian ini terdapat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Data Hasil Pengujian Sensor Suhu

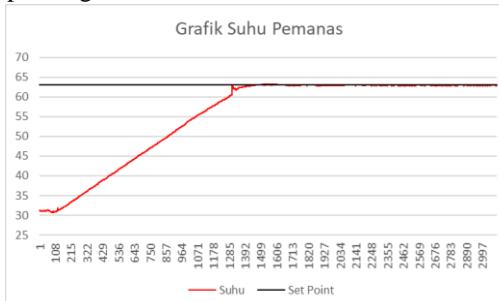
No.	PT 100 (°C)	Termo. Digital (°C)	Error (%)
1	36,4	36,7	0,8
2	39,9	40,2	0,7
3	46,8	47,2	0,8
4	50,2	50,9	1,3
5	60,5	59,6	1,4
6	67,5	67,1	0,6
7	68,8	68,5	0,4
Error rata-rata			0,83

### 3.2 Pengujian Keseluruhan

Pengujian dilakukan untuk mengetahui bagaimana respon sistem kontrol pada proses bisa bekerja dengan baik.



**Gambar 3** Grafik respon PID pendingin



**Gambar 4** Grafik Respon PID Pemanas

**Gambar 3** merupakan gambar grafik respon pada pompa pendingin dengan parameter  $K_p = 59,17849$ , nilai  $K_i = 8,973948$ , dan nilai  $K_d = 2.276408$ . memiliki rata-rata *rise time* 27,8 detik, *settling time* 52 detik, dan *overshoot* 12,85°C. Dan pada **Gambar 4** merupakan gambar grafik respon pada pemanas dengan parameter nilai  $K_p = 50,82683$ , nilai  $K_i = 81,23557$ , dan nilai  $K_d = 20,44338$ . didapatkan rata-rata *rise time* 23,5 menit, *settling time* 24,6 menit, dan *overshoot* 63,42°C.

## 4. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisis

pengujian yang telah dilakukan pada sistem prototipe Tugas Akhir, maka ini dapat disimpulkan bahwa:

- Dari grafik pengujian data yang sudah dilakukan, setelah pemanas dan pendingin memasuki settling time, suhu masing-masing tempat proses dapat dipertahankan pada setpoint dengan selisih tidak lebih dari 1°C
- Tingkat kecepatan sistem untuk mencapai set point pada proses pendinginan memiliki rata-rata 27,8 detik. Dan pada proses pemanas an memiliki rata-rata 23,5 menit.
- Aktuator pendingin mampu merespon *output* yang diberikan PID sehingga mampu memiliki rata-rata *rise time* 27,8 detik, *settling time* 52 detik, dan *overshoot* 12,85°C. Dan pada aktuator elemen pemanas memiliki rata-rata *rise time* 23,5 menit, *settling time* 24,6 menit, dan *overshoot* 63,42°C.

### 4.2 Saran

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan untuk melanjutkan dan memperbaiki kekurangan yang ada pada Tugas Akhir ini, yaitu:

- Mencoba beberapa metode dalam menentukan parameter  $K_i$ ,  $K_p$ , dan  $K_d$ . Supaya dapat maksimal dalam mempertahankan suhu pada *setpoint*.
- Penggunaan aktuator pemanas untuk proses pasteurisasi dapat ditambah jumlahnya untuk mempercepat suhu dalam mencapai setpoint atau diganti menggunakan elemen pemanas AC dengan daya lebih dari 1000 watt.
- Untuk mendapatkan respon yang lebih maksimal disarankan untuk menggunakan jenis pompa dan elemen pemanas yang memiliki kualitas bagus dan sudah teruji.
- Setelah proses pendinginan, masih terdapat sisa susu pada jalur pendinginan yang tidak dapat didorong oleh pompa. sehingga disarankan untuk menggunakan pompa yang memiliki daya hisap lebih kuat sehingga posisi pompa dapat diletakkan di ujung selang proses pendinginan untuk

- meminimalisir susu yang tertinggal di jalur pendinginan.
- e. Flow yang dihasilkan pada saat proses pendinginan kecil sehingga proses untuk menghabiskan susu pada tempat pemanas lebih lama. Untuk mempercepatnya dapat memperpanjang selang jalur pendinginan supaya suhu tidak terlalu cepat naik dan pompa bekerja pada persentase lebih besar.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Anjarsari, Bonita. (2010). *Pangan Hewani*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Arini, Liss D. D. (2017). Pengaruh Pasteurisasi Terhadap Jumlah Koloni Bakteri pada Susu Segar dan UHT sebagai Upaya Menjaga Kesehatan. *Indonesian Journal on Medical Science*. Vol. 4, No. 1, APIKES Citra Medika Surakarta, Surakarta
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1995. SNI 01-3951-1995 tentang Susu Pasteurisasi. Jakarta (ID): BSN.
- Daniun, Marcin., Awtoniuk, Michal., Salat, Robert. (2017). *Implementation of PID Autotuning Procedure in PLC Controller*. *ITM Web of Conferences*, Vol. 15, Warsaw University of Life Sciences, Poland.
- Purnomo, H. dan Adiono. (1987). *Ilmu Pangan*. UI Press, Jakarta.
- Sampurno, Bambang., Abdurrahman, Arief., dan Hadi, Herry Sufyan. (2015). Sistem Kendali PID pada Pengendalian Suhu untuk Kestabilan Proses Pemanasan Minuman Sari Jagung. Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol, dan Instrumentasi (SNIKO) 2015. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Setiawan, Iwan. (2008). *Kontrol PID Untuk Proses Industri*. PT Elex Media Komputindo, Jakarta Pusat.
- Suwito, W. (2010). Bakteri Yang Sering Mencemari Susu: Deteksi, Patogenesis, Epidemiologi, Dan Cara Pengendaliannya. *Jurnal Litbang Pertanian*. Vol.29, No. 3, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta, Yogyakarta.