

OTOMATISASI PROSES PASTEURISASI SARI BUAH APEL

Beauty Anggraheny Ikawanty

Program Studi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik
Negeri Malang

beauty_ikawanty@yahoo.co.id

Abstrak

Minuman sari apel dalam kemasan, diproses dengan cara pasteurisasi. *Pasteurisasi* bertujuan untuk menghindarkan/menghilangkan mikroba-mikroba yang terkandung dalam minuman dan memperpanjang daya simpannya. Pada proses pasteurisasi secara konvensional mempunyai permasalahan yaitu pemanasan dengan suhu yang tidak stabil, sehingga dapat merusak kandungan vitamin pada minuman tersebut. Oleh karena itu, pada penelitian ini dikembangkan controller untuk menjaga kestabilan suhu pada proses *pasteurisasi* minuman sari apel. Metode yang digunakan adalah kontrol PID untuk mengontrol motor servo yang mendapatkan input dari sensor suhu PT-100. Dari hasil pengujian didapatkan nilai PID dengan $K_p=60$, $K_i=83$, $K_d=22.5$ pada volume ± 19 Liter minuman sari apel. Dari keseluruhan hasil didapatkan jika menggunakan suhu 65°C dengan waktu 12 menit 30 detik minuman sari apel dapat menghasilkan warna coklat pekat, sedangkan pada suhu 70°C dengan waktu 15 menit 50 detik dan suhu 75°C dengan waktu 19 menit 36 detik maka minuman sari apel dapat menghasilkan warna coklat merah, yang artinya proses pasteurisasi lebih cepat dengan alat yang dikontrol oleh PID dibandingkan dengan alat konvensional yang membutuhkan waktu berjam-jam.

Kata-kata kunci: Apel, Pasteurisasi, kontrol, PID

Abstract

In apple cider beverage, processed by pasteurization. Pasteurization aims to eliminate the microbes contained in the drink and extend its shelf life. In the pasteurization process conventionally have problem that is heating with an unstable temperature, so it can damage the vitamin content in the

beverage. Therefore, in this study developed a controller to maintain the temperature stability in the process of pasteurization of apple cider. The method used is a PID control to control the servo motor which gets input from the PT-100 temperature sensor. From the test results obtained PID value with $K_p = 60$, $K_i = 83$, $K_d = 22.5$ on volume ± 19 Liter of apple cider. Of the total results obtained when using a temperature of 65°C with time 12 minutes 30 seconds of apple cider drink can produce a dark brown color, while at 70°C with time 15 minutes 50 seconds and 75°C with time 19 minutes 36 seconds then the drink Apple cider can produce a red brown color, which means the pasteurization process is faster with tools controlled by PID than with conventional tools that take hours.

Keywords: *Apple, Pasteurization, control, PID*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara tropis yang kaya akan segala macam buah-buahan. Dengan melimpahnya buah-buahan, banyak sekali variasi yang dilakukan oleh industri kecil untuk memperpanjang masa simpan buah. Salah satunya dengan membuat minuman sari buah dengan proses *pasteurisasi*.

Proses *pasteurisasi* memerlukan perlakuan yang tepat dan konstan pada suhu dan waktu yang tepat sesuai dengan karakteristik minuman sari apel tersebut. Saat ini sebagian proses pembuatan minuman sari buah skala industri kecil masih menggunakan cara konvensional dan manual.

Buah-buahan merupakan bahan pangan sumber vitamin, sebagian besar produk pertanian khususnya buah-buahan dan sayuran lebih banyak di konsumsi dalam bentuk segar dari pada dalam bentuk olahan. Kadar air yang tinggi serta kandungan zat-zat gizi yang cukup bervariasi didalam buah segar bisa mempermudah kerusakan buah. Oleh karena itu pengolahan buah untuk memperpanjang masa simpannya sangat penting. (Suyanti:2010).

Mengingat pentingnya suhu dijaga pada kondisi yang stabil (konstan) maka di pada penelitian ini menggunakan metode *PID* untuk mengontrol suhu dalam proses *pasteurisasi*, dimana keuntungan menggunakan metode *PID* dapat lebih optimal pada saat proses *steady state* dan mudah dalam analisis. Metode *auto-tunning* sangat membantu dalam pencarian parameter K_p , K_i , dan K_d untuk mendapatkan suhu yang stabil pada *regulator valve gas*

yang di pasang motor *servo* untuk mengatur besar kecilnya api dalam proses pembuatan minuman sari apel, sehingga diperoleh hasil yang lebih cepat dan tepat.

2. KAJIAN PUSTAKA

Sari buah yang dihasilkan masih bersifat keruh dan mengandung endapan, akibat tingginya kadar pektin buah. Sehingga berdasarkan tingkat kekeruhannya maka diketahui dua jenis sari buah yaitu sari buah jernih dan sari buah keruh. (Astawan:1991)

Menurut Wijasena (2016) di penelitian berjudul Perancangan dan Pembuatan Alat Proses *Pasteurisasi* pada Mesin Pembuat Yoghurt, bahwa *pasteurisasi* merupakan proses pemasakan susu dengan pengendalian suhu antara 70-75°C, karena suhu tersebut bertujuan untuk menurunkan populasi mikroba dalam susu dan memberikan kondisi yang baik bagi pertumbuhan biakan *yoghurt*. Untuk proses *pasteurisasi* sistem kontrol yang diterapkan adalah metode PID dimana metode ini untuk meminimalisir tingkat *error* sistem kontrol pada proses *pasteurisasi*, untuk proses perancangan sistem kontrol PID digunakan metode *Ziegler-Nicholas*.

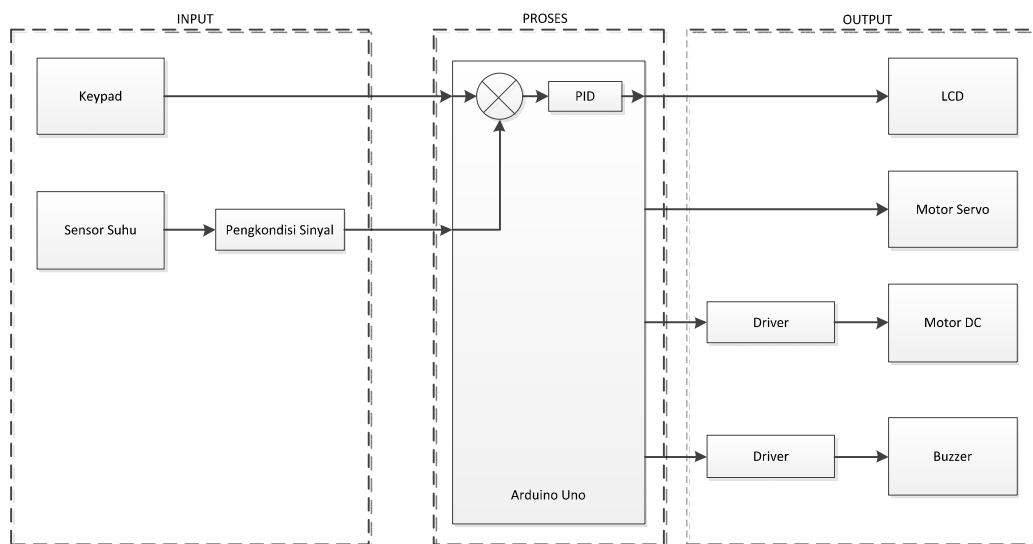
Tujuan *pasteurisasi* adalah membunuh mikroba *vegetatif* tertentu yakni *panthogen* dan inaktivasi enzim, karena pada proses *pasteurisasi* tidak mematikan semua mikroorganisme vegetatif dan mikroorganisme pembentuk spora sehingga produk hasil *pasteurisasi* harus dikemas atau di simpan pada suhu rendah dengan penambahan pengawet, pengemasan atmosfer termodifikasi, pengaturan pH, atau pengaturan aktivitas air untuk mengendalikan pertumbuhan mikroba. Pengawetan sari buah apel saat ini menggunakan *pasteurisasi* termal dengan memanaskan sari buah pada suhu 76°C – 87°C. (Khurniyati, . dkk.: 2015).

Berdasarkan penelitian Kurniawan (2014) dengan judul Penerapan PID *Controller* Pada Pemanas Air Dalam Aplikasi *Pasteurisasi* Susu, bahwa plant atau sistem yang tidak menggunakan kontroller memiliki nilai *error steady state* sebesar 0.9°C dan *error steady state* dari produk keluarannya sebesar 0.88°C dari hasil penalaan parameter menggunakan metode *Ziegler-nichols* kurva s didapat nilai Kp 4.4, Ti 6 dan Td 1.5 dari

parameter tersebut produk keluaran *Plant* didapat *error steady state* sebesar 0.525°C dengan *setpoint* masukan sebesar 1 volt. Untuk *error steady state* dari air pemanas didapatkan sebesar 0.36°C untuk *setpoint* masukan sebesar 3 volt, sedangkan untuk yang 5 volt didapatkan *error steady state* sebesar 0.272°C . Penggunaan PID dengan parameter tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan PID controller sangat berpengaruh terhadap kinerja kestabilan sistem.

3. METODE PENELITIAN

Untuk menyelesaikan penelitian ini, ada beberapa tahapan yang dilakukan antara lain: perancangan mekanik alat yang akan dibuat, setelah itu merancang rangkaian elektronika alat yang sesuai, dan melakukan perancangan *software* atau pemograman pada *mini plant pasteurisasi* dengan menggunakan metode PID (*Proportional Integral Derivative*) yang berfungsi untuk mengontrol suhu pada proses *pasteurisasi* minuman sari apel. *Mini plant* ini menggunakan *embedded system* Arduino Uno sebagai *controller*. Sistem keseluruhan yang disimulasikan ditunjukkan pada Gambar 1.

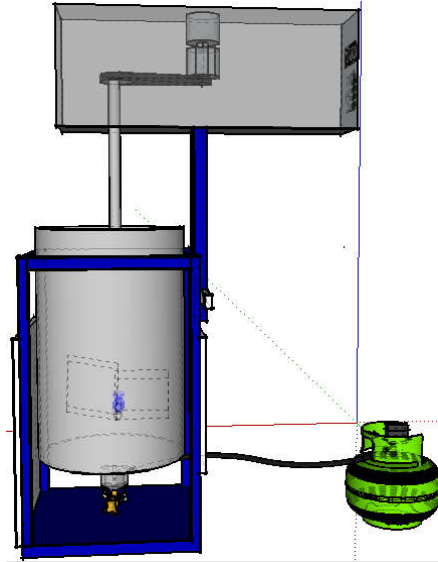


GAMBAR 1. BLOK DIAGRAM ALAT

3.1 Perancangan dan Pembuatan Mekanik

Mini plant pasteurisasi ini terdapat panel box dan juga tabung *pasteurisasi* yang terbuat dari *stainless steel*. Serta

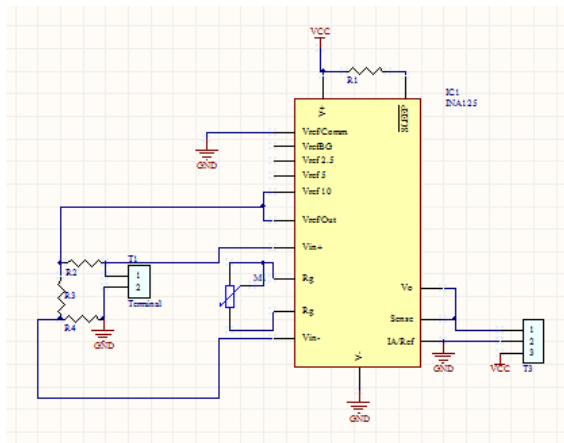
penyangga/rangka yang terbuat dari besi berwarna biru. Untuk kapasitas tabung *pasteurisasi* adalah ± 19 Liter. Seperti dalam Gambar 2 di bawah ini.



GAMBAR 2. TAMPAK SAMPING KANAN

3.2 Perancangan Rangkaian Sensor PT-100

Sensor PT-100 dapat mengukur suhu dari $0^{\circ}\text{C} \leq t < 400^{\circ}\text{C}$. Untuk sistem proses *pasteurisasi* menggunakan *range* suhu 0°C hingga 100°C . Dalam Gambar 3 merupakan rangkaian sensor suhu PT-100.



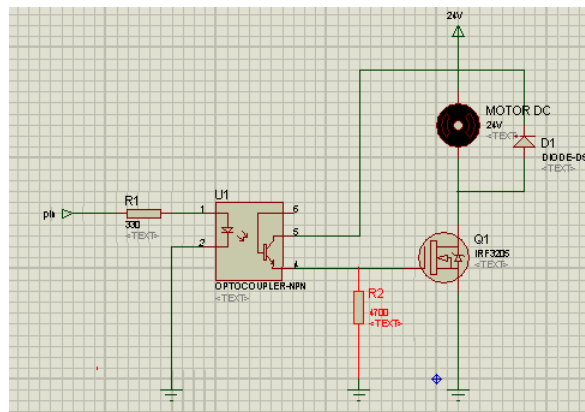
GAMBAR 3. RANGKAIAN SENSOR PT-100

Dari kedua keadaan batas tersebut didapatkan *range* resistansi PT-100 adalah 100 ohm hingga 138.51 ohm, dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} R_{pt} &= 100 + (0.385 * \text{suhu}) \\ &= 100 + (0.385 * 100) \\ &= 138.5 \Omega \end{aligned} \quad (1)$$

3.3 Rangkaian *Driver Motor DC*

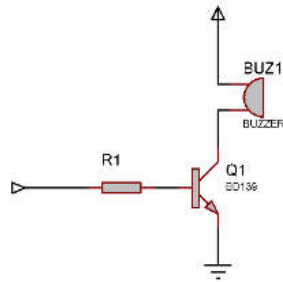
Untuk menggerakkan motor DC yang diperlukan tegangan sebesar 24 Volt DC dan arus yang dihasilkan oleh arduino uno sangat kecil, sehingga dibutuhkannya *driver* motor yang sesuai untuk menggerakkan motor DC yaitu menggunakan Mosfet IRF 3205. Gambar rangkaian *driver* motor DC seperti dalam Gambar 4.



GAMBAR 4. RANGKAIAN *DRIVER* MOTOR DC

3.4 Rangkaian *Driver Buzzer*

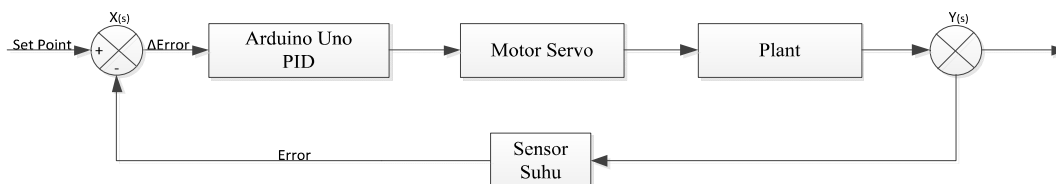
Adapun *driver buzzer* yang terpasang pada *mini plant pasteurisasi* ini yang berfungsi sebagai notifikasi suara saat pemberian waktu telah selesai, bekerjanya sistem notifikasi suara ini melalui perintah data yang dikirim oleh arduino uno. Perancangan skematik *driver buzzer* ada dalam Gambar 5 seperti berikut.



GAMBAR 5. SKEMATIK RANGKAIAN DRIVER BUZZER

3.5 Perancangan PID (*Proportional Integral Derivative*)

Pada perancangan kontrol PID yang akan diproses menggunakan rumus dibutuhkan umpan balik (Astrom,1995) dari pembacaan suhu yang diperoleh dari pembacaan sensor suhu pt-100 ke motor servo yang nantinya akan menjadi perhitungan pada sebuah program. Diagram blok digambarkan dalam Gambar 6.

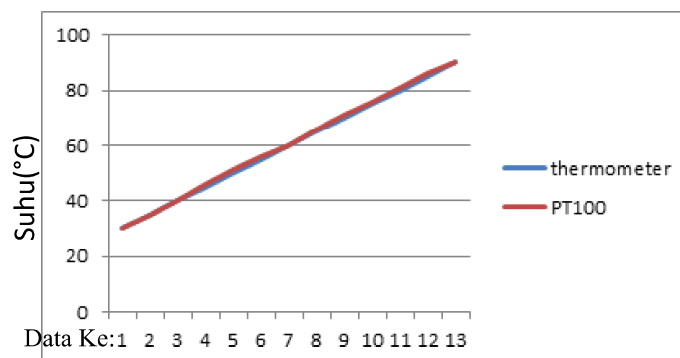


GAMBAR 6. DIAGRAM BLOK PERANCANGAN PID

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Sensor Suhu PT-100

Sensor suhu PT-100 digunakan untuk mengetahui suhu yang ada didalam tabung *pasteurisasi*. Pengujian yang dilakukan dari sensor PT-100 ini adalah dengan cara membandingkan pembacaan suhu dengan menggunakan thermometer dan mengukur tegangan keluar yang dihasilkan oleh sensor PT-100 saat tanpa penguatan dan dengan penguatan. Grafik pengujian sensor suhu ditampilkan dalam Gambar 7.



GAMBAR 7. GRAFIK PENGUJIAN SENSOR SUHU

4.2 Pengujian Motor Servo

Pada motor servo diuji dengan membandingkan nilai derajatnya pada busur derajat. Pengujian ini bertujuan hanya untuk mengetahui apakah motor servo bekerja dengan baik atau tidak. Dalam pengujian ini nilai yang diukur maksimal 180°, seperti terlihat dalam Tabel 1.

TABEL 1. PENGUJIAN MOTOR SERVO

No	Servo	Derajat Busur	Error %
1	15	15	0
2	30	31	3.33
3	45	45.5	1.11
4	60	60	0
5	75	74.5	0.6
6	90	91	1.1
7	115	117	1.7
8	130	131	0.7
9	145	148	2.06
10	160	160	0
11	180	180	0

Hasil pengujian menunjukkan pembacaan derajat motor servo masih memiliki *error* rata-rata 1.5%, tetapi *error* yang dimiliki masih sangat kecil sehingga motor servo bisa digunakan sebagai pengaturan *regulator valve* gas pada LPG.

4.3 Pengujian Driver Motor DC

Pada pengujian *driver* ini dilakukan untuk mengetahui apakah *driver* dapat mengaktifkan motor DC. Pada pengujian ini menggunakan kontrol ON-OFF dimana apabila driver diberikan logika *HIGH* maka motor DC akan aktif dan jika diberikan logika *LOW* maka motor DC akan mati

TABEL 2. PENGUJIAN DRIVER MOTOR DC

Logika Motor DC	PWM	Tegangan Motor DC	Kondisi Motor DC
<i>LOW</i>	0	0	OFF
<i>HIGH</i>	255	24.5	ON

Berdasarkan Tabel 2, *driver* berfungsi dengan baik dan bisa digunakan pada mekanik *mini plant pasterurisasi*.

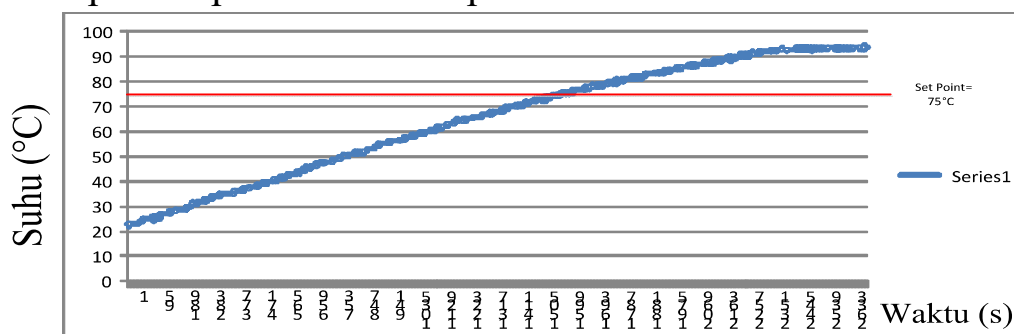
4.4 Pengujian *DriverBuzzer*

Pada pengujian ini *buzzer* sebagai indikator di mana ketika *buzzer* aktif maka proses telah selesai. Cara kerja *buzzer* dengan memberikan logika *HIGH* maka *buzzer* akan aktif, dan *buzzer* akan mati jika diberikan logika *LOW*. *Buzzer* akan mati apabila timer yang disetting pada program sudah selesai maka akan menghentikan sistem proses *mini plant pasterurisasi*.

4.5 Pengujian Kontrol *PID*

Pada pengujian kontrol *PID* (*Proportional Integral Derivative*) ini dilakukan untuk membandingkan antara nilai parameter tanpa kontrol dengan parameter menggunakan kontrol *PID*. Kontrol *PID* ini memiliki fungsi untuk mengatur suhu pada *pasteurisasi* minuman sari apel dengan arduino uno dengan cara mengatur besar kecilnya *valve* yang terpasang dengan motor servo yang mendapatkan *input*-an dari sensor PT-100. Pada pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil satu sampel data berupa pengujian suhu terhadap waktu tanpa menggunakan kontroller *PID* dan menggunakan kontroller *PID* yang telah didapatkan.

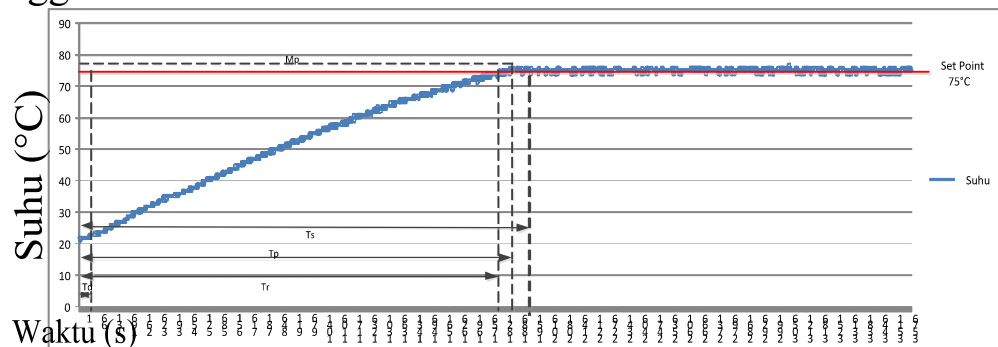
Dalam pengujian ini tanpa menggunakan kontrol *PID*, pengambilan data dilakukan dengan cara memberikan nilai $K_p = 0$, $K_i = 0$, dan $K_d = 0$ dengan nilai *set point* 75°C . Berikut adalah hasil dari respon tanpa kontrol *PID* pada Gambar 8.



GAMBAR 8. GRAFIK RESPON TANPA KONTROLER *PID*

Dalam pengujian selanjutnya menggunakan kontroller *PID* yang telah didapatkan. Dengan nilai $K_p = 60$, $K_i = 86$, dan $K_d =$

21.5 dengan nilai *set point* 75°C. Berikut adalah hasil dari respon menggunakan kontroler PID dalam Gambar 9.









GAMBAR 9. HASIL RESPON DENGAN METODE PID

Setelah mendapatkan grafik respon disini menunjukkan bahwa pada saat nilai $K_p = 60$, $K_i = 83$, dan $K_d = 22.5$, respon diatas menunjukkan waktu naik (T_r) = 1836s, waktu tunda (T_d) = 42s, waktu puncak (T_p) = 1876s, waktu turun (T_s) = 1953s, Maksimal *overshoot* (M_p) = 1°C dan *error steady state* 1.3%.

Dari percobaan diatas dapat dianalisa dengan menggunakan kontrol PID proses *pasteurisasi* minuman sari apel, lebih cepat di bandingkan dengan tanpa kontrol PID. Meskipun masih terlihat lambat karna respon suhu membutuhkan waktu yang cukup lama untuk memanaskan ±19 Liter minuman sari apel. Terjadinya *output steady state* masih mengalami osilasi walaupun tidak terlalu tinggi namun hal ini dikarenakan respon pada suhu minuman sari apel sangatlah lambat. Lambatnya respon ini bisa di karenakan beberapa faktor antara lain faktor *burner* atau bahan mekanik dari alat dan kondisi lingkungan yang mempengaruhi kinerja sistem *pasteurisasi*. Pada Tabel 3 merupakan hasil pengujian keseluruhan sistem dengan hasil perubahan warna dari sari apel berdasarkan tingkat pemanasan suhu yang berbeda-beda.

TABEL 3. PENGUJIAN SISTEM

Suhu Awal	Set Point	Hasil	Warna
	65°C		Coklat Pekat
	70°C		Coklat Cerah
	75°C		Coklat Cerah

5. PENUTUP

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa maka dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

- 1) Dari hasil pengujian proses *pasteurisasi* minuman sari apel diperoleh perbandingan yaitu, jika menggunakan PID kapasitas ± 19 liter dengan $K_p= 60$, $K_i= 83$, dan $K_d= 22.5$ maka suhu sesuai dengan nilai *setpoint*, sedangkan jika tanpa menggunakan kontrol PID dengan kapasitas yang sama maka suhu tidak sesuai dengan nilai *setpoint*. Sehingga dari

perbandingan tersebut *pasteurisasi* minuman sari apel lebih cepat mendapatkan respon jika menggunakan kontrol PID.

- 2) Berdasarkan proses penelitian *pasteurisasi* minuman sari apel dengan kapasitas ± 19 liter maka diperoleh hasil yaitu, jika menggunakan suhu 65°C dengan waktu 12 menit 30 detik minuman sari apel dapat menghasilkan warna coklat pekat, sedangkan pada suhu 70°C dengan waktu 15 menit 50 detik dan suhu 75°C dengan waktu 19 menit 36 detik maka minuman sari apel dapat menghasilkan warna coklat merah.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ali, Muhamad.2004.Pembelajaran Perancangan Sistem Kontrol PID Dengan Software MATLAB.Yogyakarta:Universitas Negeri Yogyakarta, Jurusan Pendidikan Teknik Elektro.
- [2] Astawan, Made.1991.Teknologi Pengolahan Pangan Nabati Tepat Guna. Akademika Pressindo. Jakarta.
- [3] Astrom, Karl J dan Hagglund T.1995.PID Controller 2nd Edition:Theory, Design and Tuning Instrument Society of America.
- [4] Datasheet PT100.
- [5] Khurniyati, Maylina Ilhami Estiasih.2015.Pengaruh Konsentrasi Natrium Benzoat dan Kondisi Pasteurisasi (Suhu dan Waktu) Terhadap Karakteristik Minuman Sari Apel Berbagai Varietas:Kajian Pustaka. Universitas Brawijaya Malang.
- [6] Kurniawan, Taufik. 2014. Penerapan Pid Controller Pada Pemanas Air Dalam Aplikasi Pasteurisasi Susu. Universitas Jember
- [7] Ramadhan, Khairul.2014.*Sistem Kontrol Multivariabel Temperatur dan Level dengan Yokogawa DCS CENTUM VP*.Malang :UniversitasBrawijaya, JurusanTeknikElektro.
- [8] Suyanti, "Panduan Mengolah 20 Jenis Buah", Penebar Swadaya, Jakarta, 2010.

- [9] Wijasena, Dwi Sukma. 2016. Perancangan dan Pembuatan Alat Proses Pasteurisasi pada Mesin Pembuat Yoghurt. Salemba Empat. Yogyakarta
-