



Otomatisasi Ruang Pelayuan Teh Hijau Metode *Steaming* dengan Kendali Mikrokontroler di PPTK Gambung

Automation of Withering Chamber for *Steaming* Method's Green Tea With Microcontroller in RITC Gambung

Vitaloka Feriansari^{1,*}, Dedy Prijatna¹, Sugeng Harianto², M. Iqbal Prawira Atmadja² dan Mimin Muhaemin¹

¹ Departemen Teknik Pertanian, dan Biosistem Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran

² Pusat Penelitian Teh dan Kina, Gambung

* Correspondence: vitalokaf@gmail.com

Received: 17 Desember 2019

Accepted: 19 Oktober 2020

Published: Juni 2022

Jurnal Sains Teh dan Kina
Pusat Penelitian Teh dan Kina
Desa Mekarsari, Kec. Pasirjambu,
Kab. Bandung, Jawa Barat 40972
redaksijptk@gmail.com
+62 22 5928186

Abstract: *Research Institute for Tea and Cinchona produces green tea with two methods of withering that are a panning method and steaming method. The green tea production which currently needs to be developed is steaming method because it produces higher quality than that of panning method. Currently, the withering chamber used for the production of green tea has a capacity of 7-8 kg of fresh tea leaves per batch with manual operation. The objective of this research was to increase the capacity of the chamber up to 25 kg/batch and simultaneously control the whole process automatically with Arduino MEGA microcontroller. The research was conducted using engineering design method. By increasing the chamber dimension to 2400 mm, 800 mm and 1200 mm in length, width and height respectively, its capacity was increased to 25 kg/batch. Test results showed that the accuracy of the automatic withering process compared to standard manual one was 98-100%. Moreover, organoleptic test results also showed that the quality of green tea processed with this new chamber in accordance with the standards.*

Keywords: *green tea, steaming, automation, microcontroller, arduino.*

Abstrak: Pusat Penelitian Teh dan Kina Gambung memproduksi teh hijau dengan dua metode pelayuan, yaitu metode *panning* dan metode *steaming*. Produksi teh hijau yang saat ini perlu dikembangkan adalah teh hijau metode *steaming* karena produk yang dihasilkan dianggap lebih berkualitas dibandingkan dengan teh metode *panning*. Saat ini, mesin yang digunakan untuk produksi teh hijau *steaming* yaitu steamer hanya mampu memproduksi 7-8 kg pucuk daun segar dalam satu batch dan masih dilakukan secara manual. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas ruang pelayuan itu menjadi 25 kg/batch sekaligus mengendalikan prosesnya secara otomatis dengan menggunakan mikrokontroler Arduino MEGA. Penelitian dilaksanakan dengan metode rekayasa (*engineering design*). Ruang pelayuan didesain dengan dimensi panjang 2400 mm, lebar 800 mm dan tinggi 1200 mm. Dengan dimensi ini, ruang pelayuan dapat memproses pucuk daun teh sebanyak 25 kg/batch. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat akurasi pelayuan dengan proses otomatis mencapai 98-100%. Hasil uji organoleptik juga menunjukkan bahwa kualitas teh hijau dengan menggunakan ruang pelayuan tersebut sudah sesuai dengan standar.

Kata Kunci: *teh hijau, steaming, otomatisasi, microcontroller, arduino.*

1. Pendahuluan

Pusat Penelitian Teh dan Kina (PPTK) Gambung memproduksi teh hijau dengan dua metode pelayuan, yaitu metode *panning* dan metode *steaming*. Menurut Alam Syah (2006), teh hijau metode *panning* ini disebut juga sebagai teh hijau Cina. Sama dengan teh hijau jenis lainnya, teh hijau metode *panning* ini dibuat melalui proses pelayuan, pendinginan, penggulungan daun, pengeringan dan sortasi. Setelah pucuk diterima dari kebun, daun teh kemudian akan ditebar dan diaduk-aduk untuk mengurangi kandungan air yang terbawa pada daun. Setelah itu,

daun teh akan melewati proses pelayuan dengan cara melewatkan daun tersebut pada silinder panas sekitar 5 menit (sistem *panning*). Menurut Alam Syah (2006), pengolahan teh hijau metode *steaming* sering disebut juga sebagai teh hijau Jepang. Pembuatan teh hijau metode *steaming* ini dilakukan dengan pemberian uap panas. Daun teh yang sudah terpisah dari tangkainya akan diangkut dan dimasukkan kedalam mesin pengukus. Proses inaktivasi enzim ini berlangsung selama 30 - 60 detik pada suhu 90 – 100 °C sampai kadar air pucuk mencapai 75% atau hampir tidak ada pengurangan berat.

Menurut Yulianto *et al.*, (2006), proses pelayuan dengan metode *panning* kurang efektif dan kurang efisien karena ditinjau secara ekonomi dan teknik, penembusan panas pada metode ini dinilai tidak mampu membuat enzim polifenol oksidase berhenti bekerja secara keseluruhan. Kerugian lain dari metode *panning* adalah dihasilkannya warna seduhan teh yang kuning. Berbeda dengan metode *panning*, metode *steaming* yang dilakukan dengan cara memberikan uap panas pada pucuk daun teh dapat menghentikan kerja dari enzim polifenol lebih efektif. Pemberian uap panas mampu menembus ke bagian sitoplasma sehingga inaktivasi enzim polifenol menjadi lebih efektif. Keuntungan lainnya dari metode *steaming* adalah dihasilkannya warna teh yang lebih kehijauan dan warna air seduhan yang lebih terang (hijau kekuningan).

Ruang pelayuan yang ada di PPTK Gambung dioperasikan dengan energi listrik dengan kapasitas 25 kg tergantung jenis petikannya. Menurut Effendi, *et al.*, (2010), petikan pucuk teh dapat digolongkan menjadi tiga golongan petik, yaitu: petikan halus, petikan medium dan petikan kasar. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses pelayuan adalah 5 menit. Proses yang terjadi di dalam ruang pelayuan ini dibantu oleh proses boiling sebagai media pemanas air untuk menghasilkan uap yang nantinya akan dialirkan menuju ruang pelayuan.

Saat ini, semua proses boiling dan *steaming* dilakukan secara manual dan membutuhkan banyak operator. Disisi lain, tahapan proses pelayuan teh hijau tersebut masih berisiko tinggi terhadap terjadinya kecelakaan kerja jika koordinasi dan komunikasi tidak berjalan dengan baik. Menurut Kereh *et al.*, (2015), pada era industri saat ini penggunaan sistem otomatisasi guna meningkatkan kinerja dan keamanan peralatan dalam proses produksi merupakan pilihan yang tepat. Contoh kasus yang memerlukan otomatisasi adalah pada proses pelayuan pucuk teh hitam di PT. Perkebunan Nusantara VIII Ciater dimana proses pelayuan pucuk teh yaitu pembeberan pucuk dan pengawasan dioperasikan secara manual oleh operator atau mandor. Sistem otomatisasi pada proses pelayuan teh ini dapat diterapkan dengan mempertimbangkan berbagai macam masalah yang ada pada proses pelayuan tersebut yang dipengaruhi oleh faktor *human error* yang berdampak pada kualitas teh, pengawasan dan pengendalian pabrik yang masih manual dan permasalahan efisiensi sumber daya manusia.

Oleh karena itu, perlu adanya rancang bangun sistem pengendali katup otomatis pada ruang pelayuan teh hijau *Steaming* pada industri pengolahan teh hijau di PPTK Gambung. Ruang pelayuan ini diharapkan mampu beroperasi secara otomatis, mulai dari bukaan katup inlet uap panas ke ruang pelayuan hingga mengetahui penyebaran suhu di dalam ruang pelayuan.

2. Metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2019 sampai dengan November 2019 bertempat di Laboratorium Pengolahan Hasil dan Enjineri dan Bengkel, PPTK, Gambung serta Laboratorium Sistem Instrumentasi dan Elektronik dan Laboratorium Alat dan Mesin Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran.

Alat yang digunakan yaitu *software* Arduino IDE, *Software* Solidworks, *Software* Fritzing, *Software* SPSS, solder, multimeter, dan termometer. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu Arduino MEGA, sensor suhu, PCB Blank, switching, motor stepper, kabel jumper, timah solder, AC/DC Adaptor, LCD, MicroSD Psi Modul, dan MicroSD Card.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode rekayasa dengan melakukan kegiatan rancang bangun (*engineering design*). Menurut Khoerunnisa (2016), pelayuan adalah tahap awal persiapan pucuk untuk diproses lebih lanjut. Proses pelayuan teh dilakukan setelah penerimaan pucuk dari kebun dan kemudian daun teh dihamparkan di lantai dan diaduk-aduk untuk mengurangi kandungan air yang terbawa pada daun lalu dilakukanlah proses pelayuan. Setelah memasukan pucuk daun teh, selanjutnya adalah menyalakan mesin dengan menekan tombol on pada saklar yang terdapat pada panel *box*. Setelah saklar dihidupkan (*on*) maka solenoid akan membuka katupnya. Katup solenoid berfungsi sebagai pengaman (*safety valve*) sebelum uap panas benar-benar memasuki ruang pelayuan. Setelah katup solenoid terbuka, kemudian katup kran otomatis akan membuka mulai dari bukaan $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ dan 1. Katup tersebut akan digerakkan oleh *motor stepper* sebagai aktuator. Kemudian uap panas akan masuk secara perlahan kedalam ruang pelayuan. Di dalam ruang pelayuan

ditempatkan 4 sensor dimana jumlah nilai suhu dari seluruh sensor tersebut akan dirata-ratakan. Apabila rata-rata suhu sudah menunjukkan kondisi suhu sama atau lebih dari 90 °C, maka katup akan menutup kembali secara perlahan. Setelah saklar dimatikan (*off*) maka solenoid akan tertutup dan proses pelayuan telah selesai.

Analisis teknik ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antar variabel yang belum dicari sebelumnya.

1) Kebutuhan Torsi Motor

Gaya motor yang dibutuhkan untuk dapat menggerakkan poros kran dapat dihitung dengan persamaan:

$$F = m \times g \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

F = gaya yang bekerja (N)

m = massa untuk menggerakkan kran (m)

g = gravitasi (m/s²)

Sedangkan untuk mencari torsi dapat dihitung dengan:

$$T = F \times r \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

T = torsi (Nm)

F = gaya yang bekerja (N)

r = jari-jari (m)

2) Pengaturan Katup

Pengaturan katup akan dilakukan berdasarkan kondisi suhu di dalam ruang pelayuan dengan rincian yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaturan katup

Bukaan katup	Suhu akhir (°C)	Waktu (s)	Fungsi
¼	24	30	Membuang sisa air yang menempel di dinding pipa
½	32	45	Menstabilkan suhu di ruang pelayuan
¾	50	45	Memberikan <i>steam</i> untuk proses pelayuan
1	71	60	Memberikan <i>steam</i> untuk proses pelayuan
¾	90	Sampai dengan selesai proses pelayuan	Memberikan <i>steam</i> untuk proses pelayuan hingga suhu maksimum

3. Hasil dan Pembahasan

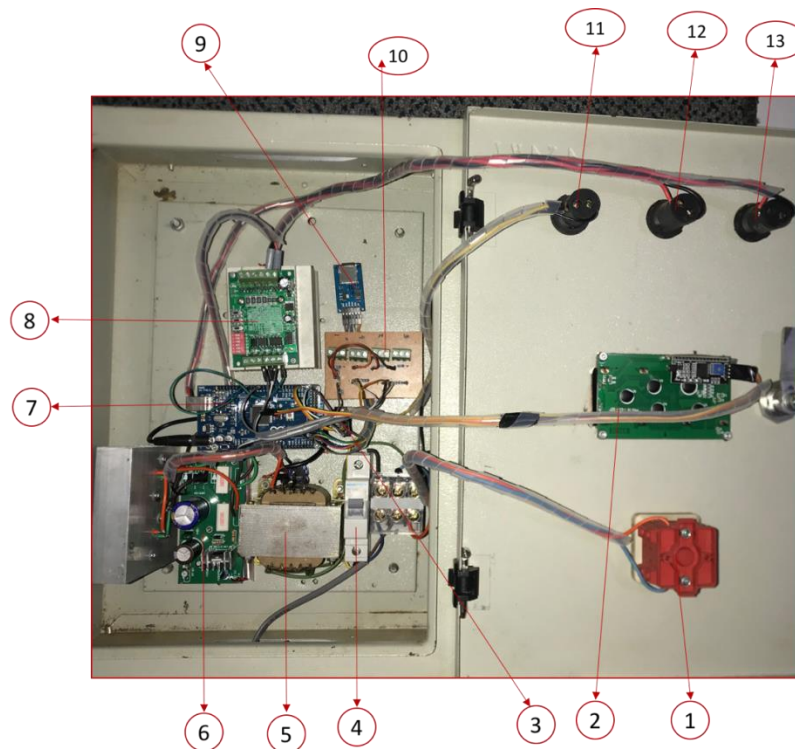
Hasil dari rancang bangun sistem pengendali katup otomatis pada ruang pelayuan teh hijau metode *steaming* adalah menghasilkan ruang pelayuan yang mampu bekerja secara otomatis dan hasil dari pelayuan sesuai dengan SNI 3945-2016. Otomatisasi tersebut meliputi bukaan katup inlet uap panas ke ruang pelayuan hingga mengetahui penyebaran suhu di dalam ruang pelayuan.

3.1. Sistem Elektronik

Pada sistem kontrol otomatisasi untuk membuka dan menutup katup inlet steam dimana komponen elektronika dimanfaatkan sebagai pengendali pergerakan mekanik yang terjadi. Sistem kendali yang digunakan pada sistem kontrol otomatisasi untuk membuka dan menutup katup inlet steam ini adalah sistem kendali tertutup (*closed loop control system*). Menurut Istiyanto (2014), sistem kendali tertutup adalah sistem yang terdiri atas sensor (input), mikrokontroler, aktuator dan feedback. Sistem feedback digunakan untuk mengoreksi gerakan dari motor stepper sehingga didapatkan besar sudut yang sesuai dengan rancangan. Untuk menjalankan sistem kendali otomatis tersebut diperlukan program yang akan dijalankan oleh mikrokontroler.

Gambar 1. menunjukkan rangkaian elektronik dari sistem kontrol otomatisasi untuk membuka dan menutup katup inlet steam. Komponen-komponen elektronik yang digunakan pada sistem elektronik yaitu modul Arduino MEGA sebagai pengendali, sensor suhu, dan aktuator yaitu motor stepper dan solenoid. Menurut Lussiana, *et al.*, (2011), motor stepper dan solenoid termasuk ke dalam aktuator listrik. Hal ini dikarenakan energi yang diterima

oleh motor stepper dan solenoid adalah energi listrik. Energi listrik tersebut kemudian akan menjadi sinyal masukan untuk aktuator dan selanjutnya akan diubah menjadi gerakan mekanik.

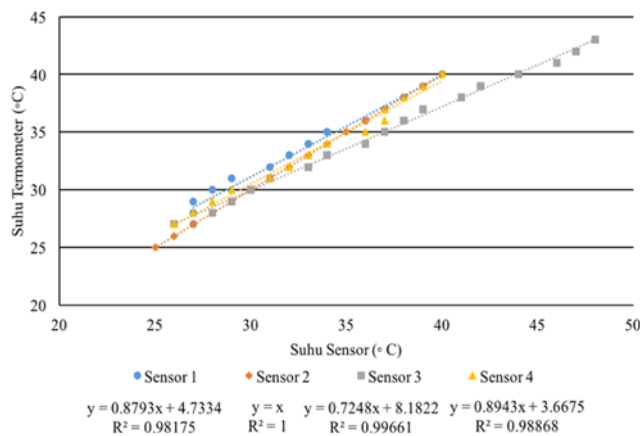


Keterangan: 1) saklar; 2) lcd; 3) real time clock; 4) mcb; 5) trafo; 6) voltage regulator; 7) arduino mega; 8) driver motor stepper; 9) microsd card adapter; 10) sirkuit sensor suhu; 11) lampu indikator listrik ac 220v; 12) lampu indikator listrik DC 24v; 13) lampu indikator listrik DC 12v

Gambar 1. Rangkaian elektronik sistem kontrol otomatisasi untuk membuka dan menutup katup inlet steam

3.2. Kalibrasi sensor suhu pada ruang pelayuan teh hijau steaming

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui akurasi pengukuran besar suhu dengan menggunakan sensor suhu DS18B20. Menurut Abdurrazaq (2017), sensor suhu termasuk dalam kelompok sensor thermal. Hasil kalibrasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil kalibrasi sensor suhu DS18B20

Dari hasil pengujian diatas dapat dilihat bahwa sensor suhu DS18B20 memiliki akurasi pembacaan yang akurat. Hal ini dibuktikan dengan nilai R2 yang mendekati 1. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sensor tersebut layak digunakan untuk pengukuran suhu pada ruang pelayuan.

3.3. Pengujian otomatisasi buka dan tutup katup steam

Proses pelayuan diawali dengan membuka katup secara perlahan yaitu katup membuka dengan sudut 22 derajat selama 30 detik, sudut 45° selama 30 detik, sudut 70 derajat selama 45 detik, dan sudut 90° selama 60 detik. Selanjutnya adalah menutup katup sebanyak 20° kemudian ditunda hingga rata-rata suhu mencapai 90 °C untuk katup dapat menutup dengan sempurna.

Pengujian membuka dan menutup katup kran otomatis dilakukan dengan delapan (8) kali percobaan. Hasil dari ke delapan percobaan tersebut berhasil membuka dan menutup katup kran secara otomatis. Berdasarkan dari salah satu kriteria perancangan, penelitian ini dikatakan berhasil apabila katup kran dapat membuka dan menutup secara otomatis dengan tingkat akurasi 100% dari percobaan. Hasil penelitian sudah melampaui kriteria perancangan, dimana katup otomatis dapat membuka dan menutup 100% secara otomatis.

3.4. Pengujian deteksi penyebaran suhu di ruang pelayuan teh hijau steaming

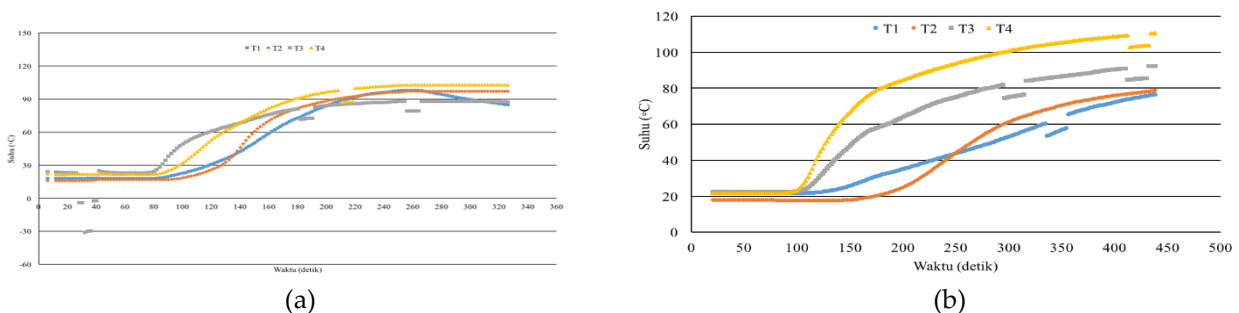
Pengujian ini untuk mengetahui penyebaran suhu di dalam ruang pelayuan selama proses pelayuan apakah sensor suhu mampu mendeteksi data atau tidak. Pengujian dilakukan dengan mengambil 7.584 data, yaitu akumulasi pengambilan data suhu dari percobaan 1 hingga percobaan 8. Hasil lengkap pengujian tersaji pada Tabel 3. Dari hasil yang diperoleh, penyebaran suhu dapat terdeteksi sebesar 98 - 100%. Hal ini karena, jarak antara sensor suhu dan Arduino terlalu jauh. Jarak tersebut adalah sekita 7 m, sehingga terdapat kehilangan data dan mengakibatkan penyebaran suhu tidak terdeteksi.

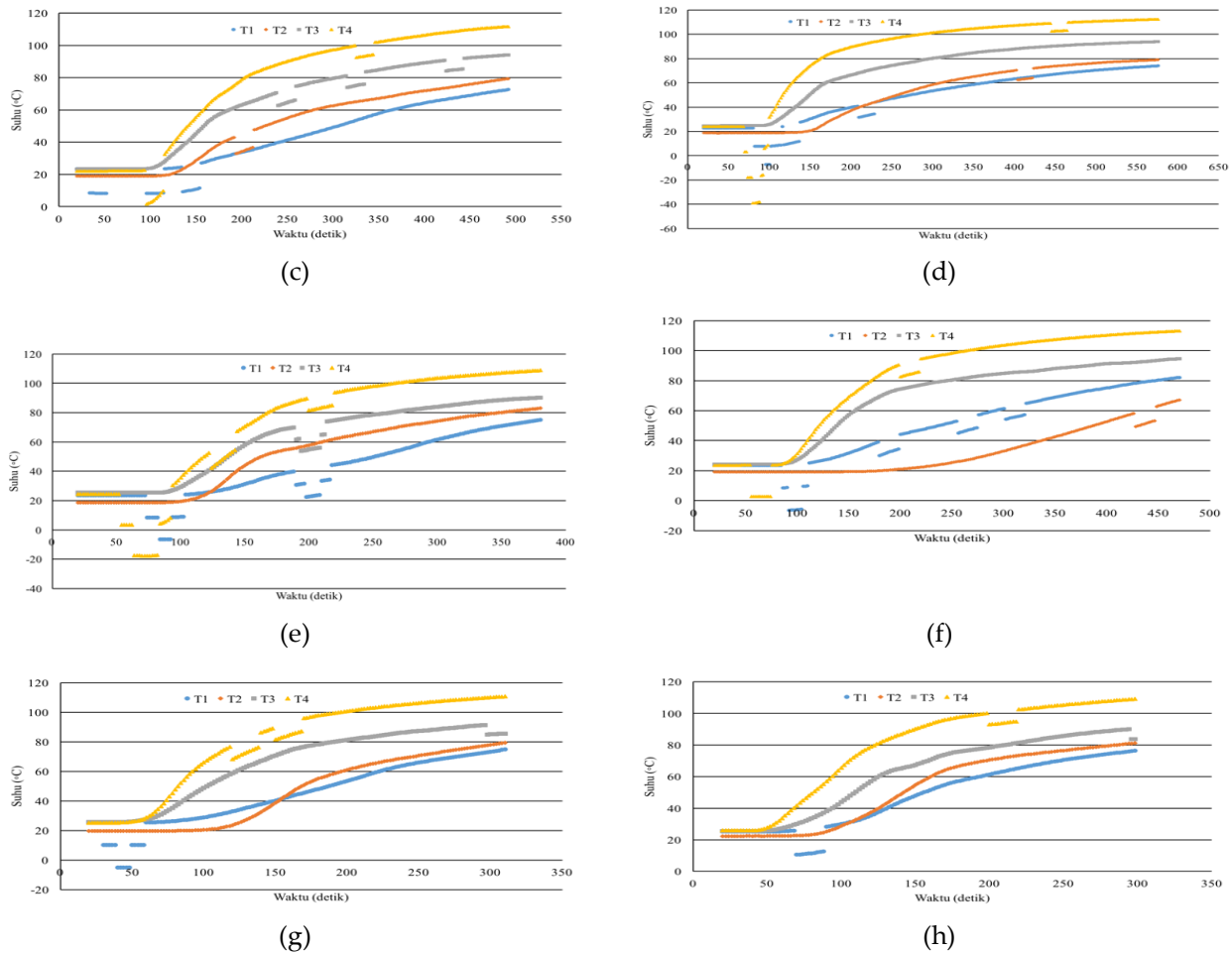
Tabel 1. Pengaturan katup

Pengujian ke-	Total data	Data tidak terdeteksi	Efesiensi
1	1656	6	99,64%
2	876	0	100%
3	984	5	99,5%
4	1152	6	99,5%
5	760	10	98,68%
6	940	7	99,26
7	620	3	99,52%
8	596	1	99,8%

3.5. Hubungan Suhu dan Waktu

Waktu yang digunakan untuk melakukan proses pelayuan pucuk daun teh akan berpengaruh terhadap kondisi suhu di dalam ruang pelayuan. Semakin lama waktu yang digunakan, maka semakin tinggi juga suhu yang ada di dalam ruang pelayuan. Hal ini karena uap panas dari boiler akan terus mengalir ke dalam ruang pelayuan dan mengakibatkan kenaikan suhu pada ruang pelayuan. Untuk membuktikan apakah benar ada hubungan antara suhu dan waktu, maka perlu dilakukan pengujian. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 3.





Gambar 3. Grafik hubungan suhu (°C) dan waktu (detik) selama proses pelayuan teh hijau : a) manual; b) otomatisasi percobaan 1; c) otomatisasi percobaan 2; d) otomatisasi percobaan 3; e) otomatisasi percobaan 4; f) otomatisasi percobaan 5; g) otomatisasi percobaan 6; dan h) otomatisasi percobaan 7.

Berdasarkan hasil percobaan, waktu yang digunakan untuk melakukan proses pelayuan berbeda-beda. Hal ini tergantung pada banyaknya kapasitas pucuk daun teh yang ditampung. Apabila pucuk daun teh yang ditampung banyak, maka waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pelayuan juga banyak. Hal lain yang mempengaruhi pelayuan adalah kondisi dari pucuk daun teh. Apabila pucuk daun teh sudah tua, maka waktu pelayuan cenderung akan lebih cepat. Selain itu, apabila pucuk daun sudah dipetik dan disimpan dalam jangka waktu yang lama maka waktu pelayuan juga akan cenderung lebih cepat.

4. Kesimpulan

Kendali otomatis pada bagian katup mampu berjalan dengan presentase sebesar 100%. Penyebaran suhu di dalam ruang pelayuan dapat dideteksi dengan presentasi antara 98% hingga 100%. Kegagalan pada pendeteksiian penyebaran suhu di dalam ruang pelayuan diakibatkan oleh jarak sensor suhu dengan Arduino yang jauh sehingga terjadi kehilangan data. Waktu yang digunakan untuk melakukan percobaan bervariasi tergantung dengan banyaknya pucuk daun teh yang dilayukan dan kualitas dari pucuk daun teh tersebut. Berdasarkan hasil uji organoleptik, kualitas teh hijau kering sudah sesuai dengan standar diketahui dari hasil pengujian dengan parameter *appearance* (kenampakan teh kering), *liquor colour* (warna air seduhan), *liquor taste* (rasa air seduhan), *liquor flavour* (aroma air seduhan), dan *infusion leaf* (ampas Seduhan).

Daftar Pustaka

Abdurrazaq, Adrinta & Sitompul, Dahlan. (2017). Sensor dan Pengaplikasiannya. Jurnal: Sensor.
 Alam Syah, Andi Nur. (2006). Taklukan Penyakit Dengan Teh Hijau. PT AgroMedia Pustaka. Depok.

- Badan Standarisasi Nasional. (2016). SNI 3945-2016 Teh Hijau. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Effendi, *et al.*,. (2010). Budidaya dan Pasca Panen Teh. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Hendrowidyatmoko. (1990). Pengolahan Komoditas Perkebunan (Bahan Minuman Penyegar). Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Yogyakarta.
- Istiyanto, J., E. (2014). Pengantar Elektronika dan Instrumentasi. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- Kereh, G. J., Rachmat H., Atmaja D.S. (2015). Perancangan Program Sistem Otomatisasi Pada Stasiun Kerja Ruang Pelayuan Menggunakan Pengendali PLC OMRON CP1E di PT. Perkebunan Nusantara VIII Ciater. Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University. Bandung.
- Khoerunnisa, Gina Sita. (2016). Laporan Kerja Praktek di Pabrik Pengolahan Teh Hijau Baru Ulis (PT. KBP Chakra) Desa Sukawargi Kecamatan Cisarupan Kabupaten Garut. Universitas Pasundan. Bandung.
- Lussiana, E., Hustinawati, Pertiwi, A., Kurniawan, A. B., & Permadi, Y. (2011). Mekatronika. Universitas Gunadarma. Jakarta.
- Yulianto, Mohamad & Ariwibowo, Didik & Arifan, Fahmi & Kusumayanti, Heni & Nugraheni, F.S. & Senin, Senin. (2006). Model Perpindahan Massa Proses *Steaming* Inaktivasi Enzim Polifenol Oksidase Dalam Pengolahan Teh Hijau. Hal 25-30.