



Perancangan Sistem Detektor Suhu Fermentasi *Acetobacter Xylinum* menggunakan Sensor DS18B20

Harianingsih¹, Suwardiyono^{1*}, Nugroho Eko B², Rony Wijanarko²

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim

²Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim

article info

Article history:

Received 22 Maret 2018
Received in revised form
25 Agustus 2018
Accepted 3 September 2018
Available online 24 Oktober
2018

Keywords:

acetobacter xylinum, arduino
uno, temperature sensors.

Kata Kunci:

acetobacter xylinum, arduino
uno, sensor suhu.

abstract

Detection system temperature needed in the process of fermentation *Acetobacter xylinum*. Many food products produced from of fermentation this bacteria. *Acetobacter xylinum* need temperature fermentation between 28oC-32oC to growing good. To able for controlling temperature on fermentation *Acetobacter xylinum*, made a temperature design controller using Arduino Uno microcontroller and gauges the temperature of DS18B20 sensors. Election DS18B20 sensors because it had higher at 0,5 oC accuracy. The research covered structural testing component, testing functional and validation component. Data is the decimal form of signals delivered by a temperature on Arduino Uno microcontroller as the brain and processors. From test validation obtained prosentase error for resistance (R) DS18B20 sensors for temperature 0oC-100oC of 0,96%. The testing Resistance (R) DS18B20 sensors for temperature 25oC-35oC of 1,12%. The measurement of temperature 25oC-35oC before calibration have prosentase error 9,65% and after calibration 0,70%. The prosentase error is still in a normal limits instrument temperature controller, so this instrument can be used as a control in the process of fermentation acetobacter xylinum.

abstrak

Sistem deteksi suhu sangat diperlukan dalam proses fermentasi *Acetobacter xylinum*. Banyak produk makanan yang diproduksi dari hasil fermentasi bakteri ini. *Acetobacter xylinum* memerlukan suhu fermentasi antara 28oC-32oC agar dapat tumbuh dan berkembang baik. Untuk dapat memudahkan pengontrolan suhu pada fermentasi acetobacter xylinum, dibuat rancangan alat pengendali suhu menggunakan arduino uno sebagai mikrokontroler dan pengukur suhu berupa sensor DS18B20. Pemilihan sensor DS18B20 karena sensor ini mempunyai keakuratan tinggi yaitu 0,5oC. Rancangan penelitian meliputi pengujian struktural komponen, pengujian fungsional komponen dan uji validasi. Data merupakan bentuk desimal dari sinyal yang dikirimkan oleh sensor suhu pada mikrokontroler arduino uno sebagai otak dan pengolah data. Dari hasil uji validasi diperoleh prosentase error untuk pengujian Resistensi (R) sensor DS18B20 untuk suhu 0oC-100oC sebesar 0.96%. Hasil pengujian Resistensi (R) sensor DS18B20 untuk suhu 25oC-35oC mempunyai prosentase error 1.12%. Pengukuran suhu sensor DS18B20 untuk suhu 25oC-35oC sebelum kalibrasi mempunyai prosentase error 9.65% dan setelah kalibrasi sebesar 0.70%. Prosentase error tersebut masih dalam batas normal alat engendali suhu, sehingga alat tersebut dapat digunakan sebagai pengontrol pada proses fermentasi acetobacter xylinum.

*Corresponding author. Email: harianingsih@unwahas.ac.id

© E-ISSN: 2580-1643.

Copyright © 2018. Published by Lembaga Informasi dan Riset (KITA INFO dan RISET), Lembaga KITA (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Latar Belakang

Teknologi pengendalian proses fermentasi berkembang sangat pesat. Teknik kendali yang dilakukan adalah pada proses fermentasi bakteri. Banyak produk makanan yang dikembangkan dari proses fermentasi mikroba. Proses fermentasi pada *acetobacter xylinum* sebagai bakteri yang digunakan untuk produk makanan yang berasal dari selulosa asetat ini memerlukan system control prses. Variabel yang sangat berpengaruh adalah suhu ruangan fermentasi. *Acetobacter xylinum* tumbuh dengan baik pada suhu 28 – 32 oC. Saat suhu pada proses fermentasi kurang dari 28oC populasi *acetobacter xylinum* belum optimal dan saat suhu di atas 32oC *acetobacter xylinum* mengalami fase mati, sudah tidak ada pertumbuhan lagi. Pada saat suhu di atas 32oC proses fermentasi *acetobacter xylinum* terhenti (Meliawati, 2007).

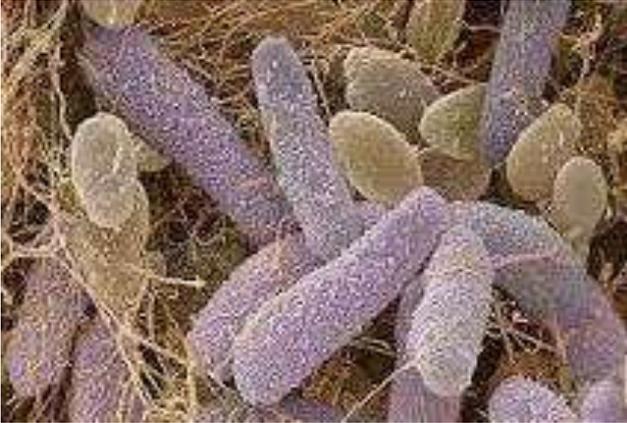
Indonesia dengan dua musim yaitu musim kemarau dan musim penghujan serta pengaruh pemanasan global menyebabkan kondisi cuaca yang tidak menentu. Saat musim kemarau proses fermentasi dapat mencapai keberhasilan 98%, akan tetapi saat musim penghujan proses fermentasi hanya dapat mencapai keberhasilan 20%. Pada musim kemarau suhu akan naik di atas suhu kamar, sedangkan pada musim penghujan suhu akan turun di bawah suhu kamar. Perubahan suhu yang fluktuatif menyebabkan perpindahan kalor dari tempat fermentasi ke lingkungan ataupun dari lingkungan ke ruang fermentor menjadi sangat cepat dan sulit untuk diprediksi (Alfa Roby, 2016).

Permasalahan yang dihadapi pada proses fermentasi *acetobacter xylinum* terkait suhu dapat dikontrol dengan system pengendalian menggunakan sensor. Penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat menjadi solusi permasalahan pada monitoring proses fermentasi agar dapat terjaga kestabilannya. Proses fermentasi *acetobacter* itu sendiri membutuhkan kondisi suhu yang stabil dalam jangka waktu 7 hari. Sensor suhu yang digunakan tipe DS18B20 yang mempunyai keakuratan tinggi dalam memonitoring suhu disbanding sensor suhu yang lain. Data pemantauan suhu pada proses fermentasi *acetobacter xylinum* yang diperoleh sensor disimulasi menggunakan program laptop. Proses monitoring ini mempunyai kelebihan dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja.

Sehingga kita dapat menentukan juga tempat-tempat yang sesuai untuk pengembangan fermentasi *acetobacter xylinum* di lokasi yang berbeda. Hasil pengujian yang diinginkan berupa pengujian kinerja perangkat pengendalian, pengujian rangkaian pengondisi sinyal (RPS) dan menghitung prosentase error resistensi pembacaan simulasi monitoring suhu.

Acetobacter xylinum mempunyai bentuk morfologi batang dan panjang kurang lebih 2 mikron. *Acetobacter* membentuk rantai pendek yang terdiri dari 6-8 sel dan berupa bakteri gram negative. *Acetobacter* membutuhkan nutrient yaitu karbon sebagai sumber energi dan perbanyakkan sel. Asam asetat digunakan *acetobacter xylinum* sebagai substrat untuk menciptakan kondisi asam yang optimum sehingga terbentuk CO₂ dan H₂O. Mandel (2004) menyatakan bahwa *acetobacter xylinum* mempunyai sifat sebagai “overoxidizer” yaitu mengubah asam asetat menjadi CO₂ dan H₂O selama proses fermentasi. Pada kondisi asam yang optimum yaitu derajat keasaman (pH) 3-5 menyebabkan proses reproduksi dan metabolisme proses fermentasi *acetobacter xylinum* semakin meningkat. Nutrisi lain yang diperlukan *acetobacter xylinum* saat proses fermentasi adalah nitrogen. Sumber nitrogen dapat diperoleh dari ammonium sulfat, urea atau ekstrak kecambah.

Menurut Wijandi dkk (2003), penambahan KH₂O₄ (Kalium dihidropospat) berfungsi sebagai *buffer* pada medium, sehingga pH akan konstan yaitu sekitar 3-4. *Acetobacter xylinum* dapat tumbuh dengan baik pada kondisi aerob, yaitu perlu adanya oksigen bebas dari udara dan dalam suasana asam (pH 3 – 4). Untuk membuat suasana aerob biasanya wadah untuk fermentasi memiliki permukaan yang luas dan penutupan dengan penutup yang masih bisa ditembus oleh udara, misalnya dengan kertas yang berpori-pori. Penutup dapat digunakan kertas koran, karena harganya relatif lebih murah dan mudah dalam penggunaannya. Sedangkan untuk membuat suasana asam yang sesuai bagi pertumbuhan bakteri perlu ditambahkan asam- asam organik, misalnya asam asetat. Suhu optimum yang dikehendaki sekitar 28°C - 32 °C, sedangkan pada suhu rendah aktivitas pertumbuhannya lambat. Suhu inokulasi tidak boleh terlalu tinggi atau lebih 40 °C, karena bisa menginaktifkan bakteri(Wijandi, dkk, 2003).



Gambar 1. *Acetobacter xylinum*
(sumber : agroteknolab, 2017)

Fase pertumbuhan yang dialami *acetobacter xylinum* antara lain fase adaptasi, fase pertumbuhan awal, fase pertumbuhan eksponensial, fase pertumbuhan lambat, fase pertumbuhan tetap, fase menuju kematian dan fase kematian. Fase adaptasi terjadi pada rentan waktu 0-24 jam sejak inokulasi. Fase pertumbuhan awal berlangsung selama 1-2 jam dimana terjadi pembelahan sel dengan laju reaksi yang rendah. Fase eksponensial terjadi pada hari 2-5. Pada fase eksponensial *acetobacter xylinum* mengeluarkan enzim ekstraseluler polimerase untuk menyusun polimer glukosa. Polimer glukosa yang tersusun berubah menjadi matriks selulosa pada fase eksponensial ini. Saat nutrisi sudah mulai berkurang maka *acetobacter xylinum* berada pada fase pertumbuhan lambat. Pada fase ini usia sel sudah mulai tua dan bahkan ada yang mati tetapi jumlah sel hidup lebih banyak. Fase menuju kematian terjadi saat hari ke 6 dan 7 dimana nutrisi dalam media fermentasi hampir habis. Pada hari ke 8 terjadi fase kematian, dimana nutrisi sudah habis dan sel dengan cepat mengalami kematian.

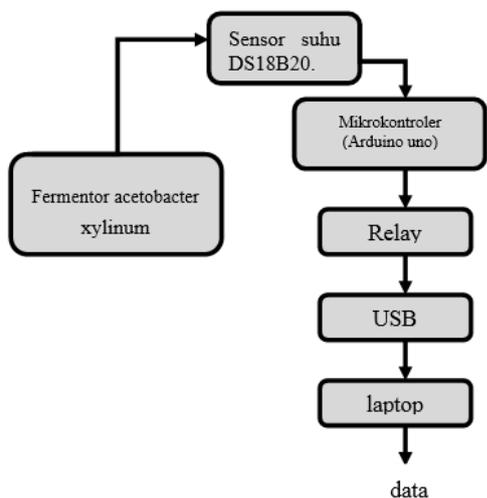
Suhu merupakan besaran yang menyatakan derajat panas atau dingin suatu benda atau lingkungan. Pengamatan suhu sangat diperlukan dalam proses fermentasi *acetobacter xylinum* agar keberhasilannya proses mencapai 98-100%. Pengendalian dengan system control untuk memonitoring suhu ini dapat dilakukan dengan teknologi sensor. Sensor suhu adalah komponen elektronik yang mempunyai fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Pada penelitian ini digunakan sensor suhu DS18B20 yang dapat digunakan pada suhu -55° C

sampai dengan 125° C. Keakuratan sensor suhu DS18B20 sangat tinggi yaitu $\pm 0,5^{\circ} \text{C}$ dalam kisaran -10° C sampai 85° C. Perancangan sensor suhu ini lebih mudah dibanding sensor suhu yang lain. Keluaran impedansi pada sensor suhu DS18B20 lebih rendah dan linieritas yang tinggi sehingga mudah dirangkai dan dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus dan tidak memerlukan pengaturan lanjutan (Adi, 2010). Sensor suhu mengubah panas menjadi listrik dan tegangan agar lebih mudah dalam pembacaan. Sensor suhu DS18B20 akan membaca suhu pada fermentasi *acetobacter xylinum* kemudian mengirimkan sinyal pada mikrokontroler. Panas yang dihasilkan pada proses fermentasi dalam penelitian ini termasuk panas konveksi yang diikuti oleh gerakan fluida. Suhu dikontrol secara otomatis sesuai dengan kondisi yang diinginkan untuk optimalisasi kinerja dari *acetobacter xylinum* (Nurchahyo, 2012).

2. Metode Penelitian

Bahan dari penelitian ini adalah *acetobacter xylinum* yang diletakkan dalam ruang fermentasi. Peralatan yang digunakan antara lain :Termometer, termometer digunakan sebagai alat penguji untuk membandingkan hasil pengukuran dan kinerja sensor suhu. Sensor suhu DS18B20, sensor ini dipilih karena beroperasi dalam kisaran -55° C sampai 125° C, dan memiliki tingkat keakuratan $\pm 0,5^{\circ} \text{C}$ dalam kisaran -10° C sampai 85° C. Sensor DS18B20 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain. Mikrokontroler Arduino uno, Mikrokontroler digunakan sebagai unit kontroler untuk mengaplikasikan kendali proporsional dan mengirim data sensor ke laptop untuk di-monitoring dengan resolusi 10 bit. Relay, alat ini berfungsi sebagai alat yang menerima perintah dari mikrokontroler USB adaptor, adaptor digunakan sebagai penghubung antara laptop dengan mikrokontroler. Laptop, Perangkat yang digunakan sebagai penampil respon dari system (proses monitoring).

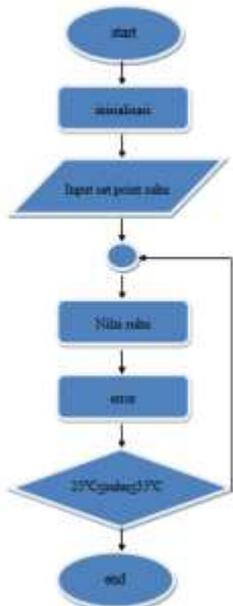
Rancangan system pengendalian proses fermentasi *acetobacter xylinum* dengan sensor suhu dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Design rancangan simulasi pengendalian suhu

Prosedur Kerja

Untuk mengetahui apakah sistem pengendalian yang dibuat bekerja dengan baik, maka dilakukanlah beberapa pengujian sistem pengendalian dengan cara yaitu pengambilan data nilai resistansi sensor DS18B20 dan pengujian suhu sesudah kalibrasi. Perancangan perangkat lunak menggunakan software arduino. respon sistem diamati dengan menggunakan serial monitor yang juga terdapat dalam program arduino. Flowchart kerangka perancangan perangkat lunak disajikan pada gambar 3.



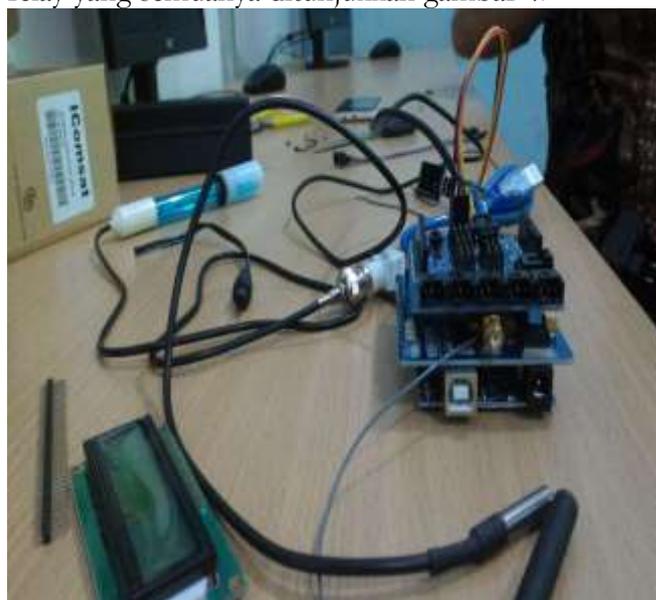
Gambar 3. Flowchart Program Arduino

3. Pembahasan

Rancangan Pengendalian Subu Fermentasi Acetobacter xylinum

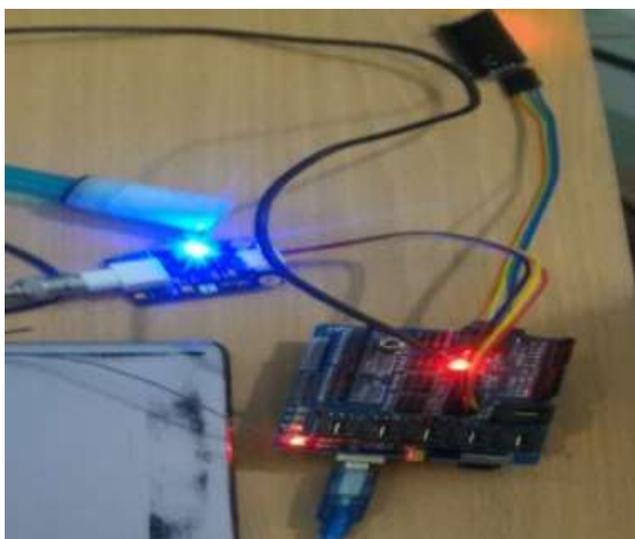
Pengujian dilakukan pada setiap komponen yang digunakan. Pengujian yang dilakukan antara lain Uji struktural, uji fungsional dan uji validasi. Uji struktural dilakukan guna memastikan semua komponen sudah terhubung dengan benar. Hasil dari uji struktural antara lain :

Koneksi antara mikrokontroler yaitu Arduino uno dengan display, koneksi antara arduino dengan sensor suhu DS18B20, Koneksi arduino dengan relay yang semuanya ditunjukkan gambar 4.



Gambar 4. Uji Struktural Komponen

Arduino dikoneksikan dengan display, sensor suhu dan relay menggunakan pin serta kabel yang sudah tersedia dalam komponen. Setelah uji struktural, dilakukan uji fungsional arduino uno. Pengujian Arduino uno dilakukan dengan menghubungkan arduino pada power supplay. Uji Fungsional arduino uno dan komponen yang lain dapat dilihat pada gambar 5. Power suplay diturunkan tegangan terlebih dahulu karena pengujian arduino uno bekerja pada daya 5 volt. Indikator arduino uno bekerja dengan baik adalah adanya nyala.



Gambar 5. Uji Fungsional Komponen

Uji selanjutnya adalah uji validasi dengan cara pengujian keakuratan suhu dan pengecekan program pengaturan suhu menggunakan thermometer dan sensor suhu DS18B20. Proses input data pada laptop diperlihatkan pada gambar 6.



Gambar 6. Uji Validasi

Pengujian validasi yang dilakukan adalah pengujian resistensi sensor sebelum dan sesudah dikalibrasi. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan pembacaan sensor DS18B20 terhadap perubahan suhu dengan melihat perubahan resistensi sensor. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Resistensi (R) Sensor DS18B20 untuk suhu 0°C-100°C

Suhu (°C)	R pengujian (Ω)	R teoritis (Ω)	Error (%)
0	302.11	300	0.70

10	304.89	302.65	0.74
20	308.45	304.56	1.28
30	312.78	309.10	1.19
40	316.57	314.22	0.74
50	320.99	317.30	1.16
60	323.87	320.12	1.17
70	326.43	323.56	0.88
80	331.32	328.14	0.97
90	334.66	331.98	0.81
100	383.33	335.45	0.85
Rata-rata			0.96

Tabel 2. Hasil Pengujian Resistensi (R) Sensor DS18B20 untuk suhu 25°C-35°C

Suhu (°C)	R pengujian (Ω)	R teoritis (Ω)	Error (%)
25	311.13	308.11	0.98
26	311.44	308.26	1.03
27	311.89	308.43	1.04
28	311.89	308.68	1.04
29	312.21	308.99	1.04
30	312.78	309.10	1.19
31	312.92	309.28	1.18
32	312.92	309.51	1.21
33	313.24	309.79	1.18
34	313.46	309.98	1.23
35	313.90	310.18	1.20
Rata-rata			1.12

Tabel 3. Hasil Pengujian suhu Sensor DS18B20 untuk suhu 25°C-35°C

T pada termometer (°C)	T pada pembacaan monitor laptop (Ω)	Error (%)
25	26.10	12.67
26	29.51	11.86
27	30.88	11.42
28	31.69	11.64
29	32.76	11.50
30	33.64	10.82
31	34.67	10.55
32	35.72	10.41
33	36.76	10.23
34	37.46	9.24
35	38.23	8.45
Rata-rata		9.65

Tabel 3. Hasil Pengujian suhu Sensor DS18B20 untuk suhu 25°C-35°C setelah Kalibrasi

T pada termometer (°C)	T pada pembacaan monitor laptop (Ω)	Error (%)
25	24.76	0.96
26	25.81	0.73
27	26.78	0.81
28	27.75	0.89
29	28.82	0.62
30	29.74	0.87
31	30.73	0.87
32	31.74	0.81
33	32.80	0.61
34	33.79	0.62
35	34.69	0.89
Rata-rata		0.70

Berdasarkan data pengukuran uji validasi pada tabel 1, 2, 3 dan 4 respon suhu yang terbaca pada sensor dengan termometer terjadi fluktuasi tetapi masih dalam batas toleransi yang dapat dilihat dari rata-rata prosentase error antara 0,7 – 0,9%. Batas toleransi pengukuran suhu menggunakan sensor DS18B20 menurut penelitian yang dilakukan oleh Bunaya dkk adalah prosentase error 10% atau selisih suhu mencapai 3 point. Sedangkan menurut penelitian Rizka Vionita dkk adalah toleransi pengukuran suhu dengan prosentase error 7% atau selisih 2point dari pembacaan suhu termometer. Beberapa analisa terjadinya fluktuasi respon suhu antara lain karena drop power suplay pada rangkaian arduino uno yang menyebabkan perubahan retensi bagi input proses ADC (*Analog to Digital Conversion*). Sehingga respon suhu pada sensor DS18B20 berubah sesuai dengan perubahan retensinya. Penempatan posisi sensor turut mempengaruhi sensitivitas sensor terhadap pembacaan suhu yang diukur. Posisi sensor berada di luar media fermentasi acetobacter xylinum. Sehingga pengaruh panas dari lingkungan mempengaruhi pembacaan sensor DS18B20.

Penelitian lain tentang penggunaan sensor suhu DS18B20 yang dilakukan oleh Denny Darmawan dkk, menyebutkan bahwa temperature di dalam media yang diamati respon suhunya mempunyai keluaran dalam bentuk sinyal. Sinyal kemudian

diumpangkan dalam mikrokontroler ATM Mega 128 untuk diolah dan dikeluarkan sebagai sinyal pengontrol nyala-redup lampu. Sinyal digital diolah oleh mikrokontroler untuk ditampilkan pada display dalam bentuk bilangan desimal. Hal ini terjadi juga pada penelitian perancangan pengendali suhu pada fermentor acetobacter xylinum. Pengendali suhu dibuat antara suhu 25°C – 35°C dikarenakan pembacaan yang diinginkan adalah suhu pada 28°C-32°C dimana suhu tersebut merupakan suhu yang terbaik untuk proses fermentasi acetobacter xylinum. Sinyal yang dikeluarkan oleh sensor diumpangkan pada arduino uno kemudian diolah sehingga diperoleh data retensi dan suhu dalam bentuk desimal seperti yang terlihat pada tabel 1 sampai dengan 4 di atas.

4. Kesimpulan

- Sensor suhu DS18B20 yang digunakan pada proses pengukuran suhu fermentasi acetobacter xylinum pada penelitian ini mempunyai keakuratan yang cukup baik. Hal ini ditunjukkan dengan selisih antara pembacaan suhu pada thermometer dengan sensor setelah kalibrasi tidak jauh berbeda, penyimpangan antara 0.18°C-0.31°C.
- Pembacaan suhu pada monitor laptop diperoleh dari sinyal yang diumpangkan pada arduino uno. Hasil pengolahan sinyal berupa bilangan desimal.
- Penurunan daya power suplay pada rangkaian komponen mikrokontroler arduino uno menyebabkan perubahan input nilai retensi pada sensor suhu DS18B20

5. Daftar Pustaka

- Arissandi, R., 2014, Implementasi Kontrol Logika Fuzzy Sebagai Pengendali Suhu Sistem Pasteurisasi Kuning Telur Cair Berbasis Mikrokontroler Arduino, *Skrripsi*, Universitas Brawijaya, Malang.
- Astria, F., Fanny, 2014, Rancang bangun Alat Ukur pH dan Suhu Berbasis Short Message Service (SMS), *Jurnal Mektrik*, 1(1), pp. 48-55.
- Darmawan, D., Katriani, L., Setiawan, A., 2013, Rancang Bangun Prototype Sistem Kontrol Temperatur Menggunakan Sensor DS18B20 pada Inkubator, *Jurnal Elektronika*, 2(1), pp. 23-28.

Dewantoro, G., Hartini, S., Hary, A., 2015, Alat Optimasi Suhu dan Kelembaban Untuk Inkubasi Fermentasi dan Pengeringan Pasca Fermentasi, *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 11(3), pp. 1-6.

Dwi, N., Winardi, S., 2015, Pendeteksi Susu Basi dengan Sensor pH dan Sensor Suhu Berbasis Mikrokontroler, *e-Jurnal Spirit Pro Patria*, 1(1), pp. 47-53.

Harianingsih, Harliyanto, C., 2016, Pemanfaatan Sagu Sebagai Bahan Pembawa (Carrier) Pada Kristalisasi *Acetobacter Xylinum*, *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 1(1), pp. 35-38.

Harianingsih, Maharani, F., Kusumaningrum, M., Pemberdayaan Ibu Rumah Tangga Melalui Pelatihan Pembuatan Nata de Leri di Kelurahan Banyumanik Semarang, *Jurnal Abdimas*, 1(1), pp. 13-17.

Kurniawan, I., Defi, R., 2013, Alat Pemantau Kestabilan Pasteurisasi Susu, *Jurnal Teknik Elektro*, 5(2), pp. 69-74.

Roby, A., 2014, Rancang Bangun Simulator Sistem Pengendalian Suhu Pada Dinding Bioreaktor An aerob Berbasis Komputer Personal, *Skripsi*, Institut Teknologi Surabaya.

Suarsono, Wijandi, 2003, Produksi Nata de Coco, LIPI, pp. 24-30.