

Rancang Bangun Sistem Kendali Suhu pada Proses Ozonasi Limbah Batik Terintegrasi *Internet of Things* (IoT) dengan Nodemcu ESP8266

Ichtiarwan Dwi Ramadhan^{*1}, Sumariyah², Isnain Gunadi³

Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang¹

Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang²

Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang³

*e-mail: ichtiarwandwiramadan@students.undip.ac.id

ABSTRAK

Telah dapat dirancang bangun dan diaplikasikan sistem kendali suhu pada proses ozonasi limbah batik cair dengan mengintegrasikan ke IoT yang bertujuan agar sistem dapat memungkinkan untuk pengoperasian jarak jauh dan pengambilan data secara *realtime* yang berguna untuk mempermudah dalam aplikasinya. Pengukuran suhu dilakukan dengan sensor termokopel tipe – K yang memberi masukan kepada mikrokontroler agar dapat memberikan perintah kepada relay untuk melakukan kendali *on/off* yang berfungsi untuk menjaga rentang suhu pada sistem ozonasi agar tidak melebihi batas yang ditentukan. Untuk tampilan hasil pengukuran suhu dilakukan melalui aplikasi blynk yang terintegrasi melalui dekstop dan juga *mobile*. Pada saat proses ozonasi berlangsung akan menghasilkan panas pada limbah batik cair yang membuat suhu semakin meningkat dalam waktu 32.85 menit, sedangkan waktu yang diperlukan untuk suhu mengalami penurunan suhu adalah 72,38 menit. Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan diketahui bahwa sistem kendali suhu pada proses ozonasi limbah batik cair dapat menjaga kestabilan suhu yang berguna untuk meningkatkan efisiensi kinerja dari reaksi ozonasi.

Kata kunci : Sistem kendali, suhu, IoT, ozonasi limbah batik cair.

ABSTRACT

It has been possible to design and apply a temperature control system to the ozonation process of liquid batik waste by integrating it into IoT which aims to make the system possible for remote operation and real-time data retrieval which is useful for simplifying its application. Temperature measurement is carried out with a K-type thermocouple sensor which provides input to the microcontroller so that it can give orders to the relay to control on/off which functions to maintain the temperature range of the ozonation system so that it does not exceed the specified limit. The display of temperature measurement results is carried out through the Blynk application which is integrated through the desktop and mobile. When the ozonation process takes place, it will produce heat in the liquid batik waste which makes the temperature increase within 32.85 minutes, while the time required for the temperature to decrease in temperature is 72.38 minutes. Based on the data analysis that has been done, it is known that the temperature control system in the ozonation process of liquid batik waste can maintain temperature stability which is useful for increasing the efficiency of the performance of the ozonation reaction.

Keywords : Control system, temperature, IoT, ozonation of liquid batik waste.

PENDAHULUAN

Penggunaan sistem kendali di dunia industri masih menjadi andalan utama dikarenakan efektifitas dan kegunaannya yang belum tergantikan. Beberapa bidang yang memanfaatkan sistem kendali adalah *Piping & Instrumentation Diagram* atau P&ID untuk kendali laju aliran dan tekanan, pemanfaatan sistem kendali suhu untuk melakukan proses pemanasan dalam pengolahan minyak mentah, sistem kendali tekanan yang dimanfaatkan untuk melakukan proses pengeboran pada industri minyak mentah. Sedangkan didalam sistem *electrical* terdapat aplikasi sistem kendali *ON/OFF* menggunakan *relay* untuk melakukan proses kerja suatu sistem(Utama, 2018).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Subarna pada tahun 2018 menerapkan sistem kendali *ON/OFF* menggunakan *relay* dapat diaplikasikan kedalam banyak hal, seperti pada motor induksi pompa air untuk

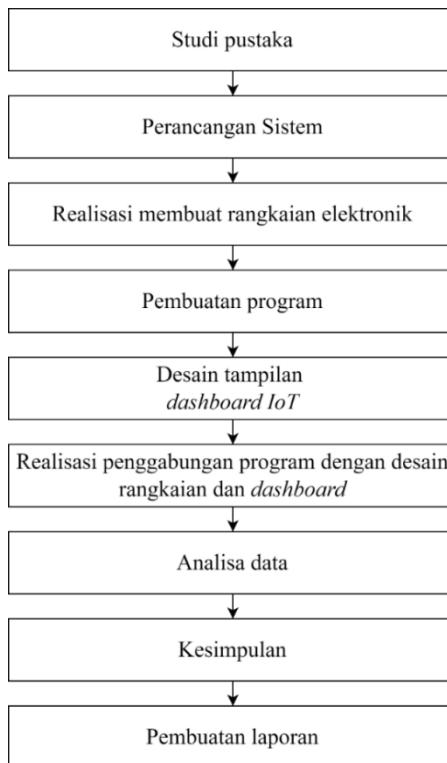
mengatur tekanan berdasarkan waktu nyala pompa. Selain itu dapat juga dilakukan pengendalian melalui *relay* yang mengaplikasikan kendali *ON/OFF* dengan parameter sistem kendali yang digunakan adalah suhu. Terdapat banyak proses yang menggunakan sistem kendali suhu untuk dimanfaatkan dalam melakukan suatu proses kerja pada suatu sistem. Berbagai cara dengan metode dilakukan untuk mengatur suhu guna melakukan proses produksi dalam dunia industri saat ini. Dengan memanfaatkan sensor suhu termokopel, termometer, maupun jenis sensor yang lainnya (Utama, 2018).

Dalam beberapa tahun terakhir industri batik terus mengalami kenaikan seiring dengan kebutuhan konsumen yang meningkat. Hal tersebut akan berdampak langsung dengan proses produksi batik yang juga meningkat yang akibatnya menghasilkan limbah batik yang terbentuk akibat proses industri pembuatan batik. Berbagai macam limbah yang dihasilkan dari berbagai tahapan proses produksi, limbah dalam bentuk cair menjadi yang paling banyak dihasilkan dan menjadi ancaman mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Limbah cair ini dihasilkan dari proses pewarnaan dalam tahap produksi batik dengan menggunakan zat pewarna sintesis. Berbagai upaya dilakukan untuk mengolah limbah batik cair ini demi menjaga agar pencemaran lingkungan dapat dihindari (Apriyani, 2018).

METODE PENELITIAN

Rangkaian Elektronik Sistem

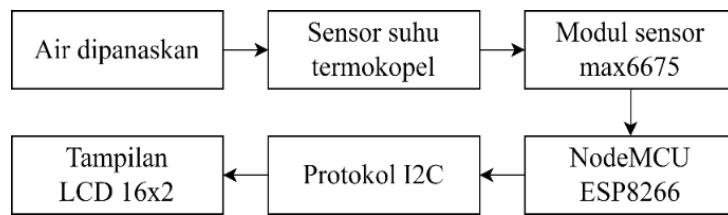
Pada penelitian ini dibuat *prototype* sistem pengendali *on/off* pada proses ozonasi limbah batik cair agar dapat dikendalikan secara otomatis dan terhubung melalui internet. Penelitian ini menggunakan langkah – langkah yang disusun secara sistematis dengan proses awal menentukan rancangan sistem, melakukan realisasi dari rancangan yang ada, hingga pengujian hasil dari penelitian.



Gambar 1. Diagram langkah – langkah penelitian

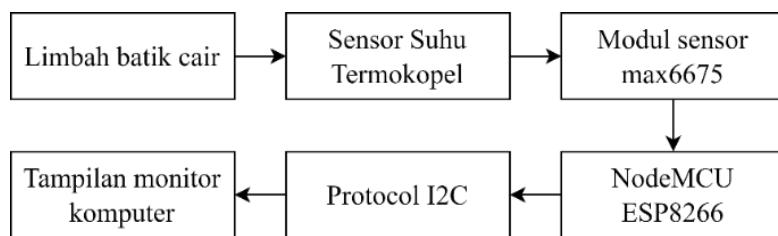
Penelitian ini memiliki sistem elektronik yang terdiri dari sistem pengukuran suhu menggunakan sensor termokopel tipe-K, dan juga sistem kendali suhu yang terintegrasi IoT. Sistem kendali ini menggunakan komponen relay SSR yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutus sumber tegangan pada stop kontak sebagai tempat menghidupkan pompa dan generator ozon, steker untuk menyambung sumber *supply* listrik, nodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler yang terdapat modul *wifi* sehingga memungkinkan untuk melakukan akuisisi data secara *wireless*, serta modul max8875 terhubung sensor suhu termokopel

Pada rancangan sistem pengukuran suhu dengan menggunakan sensor suhu termokopel tipe-K yang terhubung dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Percobaan ini dilakukan dengan dua sistem yang berbeda, yang pertama adalah percobaan dengan menggunakan pemanas air dengan membandingkan alat rancang bangun dan alat ukur standar referensi berupa termometer digital ditentukan dari rentang suhu 30 °C hingga 40 °C yang bertujuan untuk mengetahui keakuratan hasil pembacaan alat pengukur rancang bangun. Pengujian dilakukan dengan menggunakan pemanas air elektrik sebagai objek percobaan untuk diukur suhunya.



Gambar 2. Diagram uji sensor suhu pada pemanas air

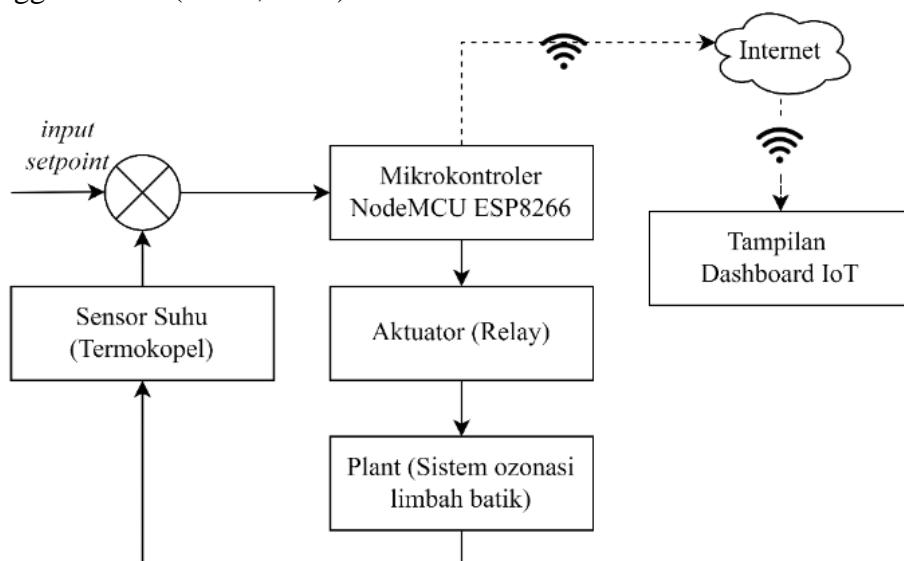
Proses uji yang kedua adalah percobaan dengan menerapkan langsung pada sistem ozonasi limbah batik yang bertujuan untuk mengetahui besarnya peningkatan suhu pada saat dilakukannya proses ozonasi. Kenaikan panas dihasilkan oleh putaran pompa yang disuply oleh tegangan listrik AC berinteraksi secara langsung dengan limbah batik cair sehingga mengakibatkan perpindahan panas secara langsung dari pompa ke limbah batik cair.



Gambar 3. Diagram uji sensor suhu pada limbah batik.

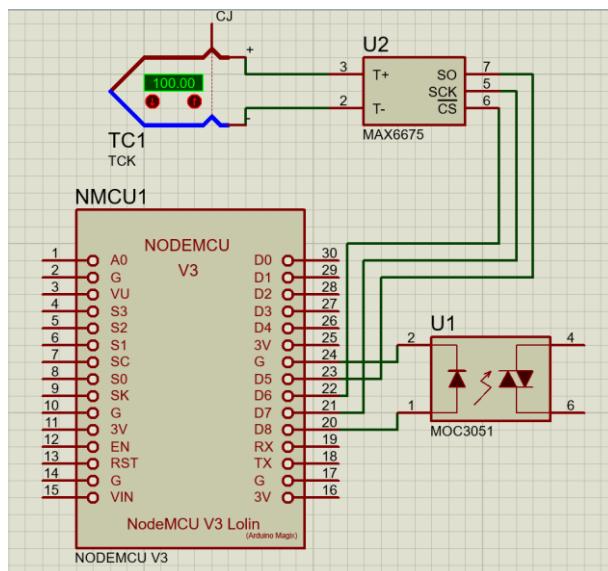
Rancangan Sistem Kendali Suhu Terhubung IoT

Dikarenakan sifat alami ozon yang akan bekerja maksimal pada suhu yang semakin rendah. Menurut Friebel pada tahun 2019, menyatakan bahwa daya tahan ozon akan semakin lama pada suhu yang semakin rendah, tergantung dengan konsentrasi serta titik jenuh yang ada pula. Daya tahan ozon berdasarkan dekomposisi yang menjadi waktu tinggal tergantung pada suhu yang bekerja, ozon memiliki waktu tinggal pada suhu 20 °C selama sekitar 40 menit, pada suhu 30 °C ozon dapat bertahan selama 25 menit, dan pada suhu - 50 °C bisa bertahan hingga 3 bulan (Bocci, 2011).



Gambar 4. Diagram sistem kendali suhu terhubung IoT

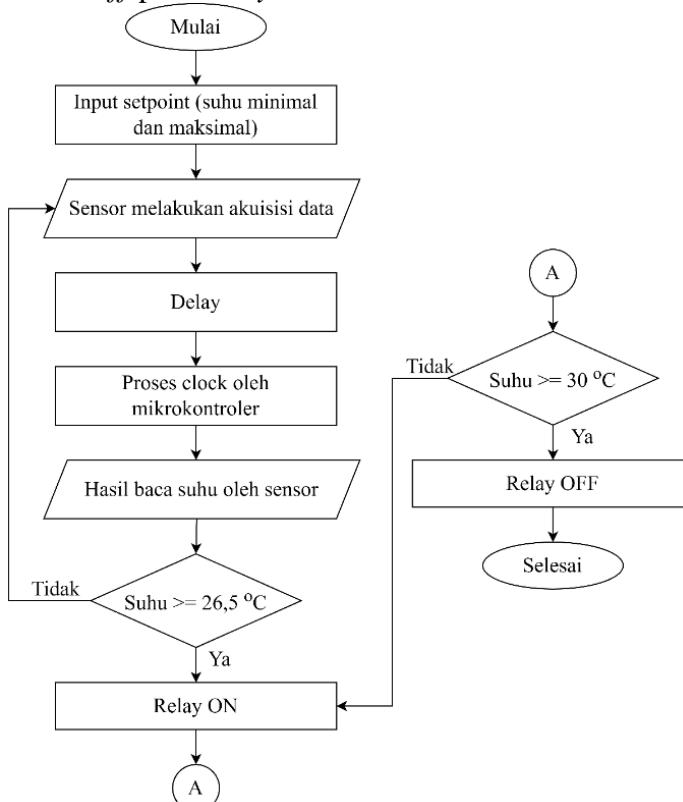
Untuk rancangan sistem kendali suhu menggunakan *relay* untuk memutus dan menghubungkan sumber tegangan agar dapat bekerja secara *on/off*. Ketika suhu mencapai batas maksimal temperatur yang ditentukan maka *relay* akan memutus tegangan untuk mematikan pompa dan generator ozon DBD. Kemudian ketika sistem mengalami penurunan suhu, *relay* akan kembali menghubungkan sumber tegangan untuk kembali menyalakan sistem jika hanya pada saat suhu menyentuh batas minimal yang telah ditentukan. Untuk menentukan batas suhu yang ada pada sistem diperlukan pengetahuan tentang sifat ozon yang beroperasi pada rentang suhu tertentu.



Gambar 5. Rangkaian sistem kendali suhu terhubung IoT

Algoritma Program

Pembuatan algoritma atau mekanisme program dilakukan dengan menggunakan logika *if statement* untuk menjalankan sistem kendali *on/off* pada *relay*.



Gambar 6. Diagram alir algoritma program.

HASIL DAN PEMBAHASAN

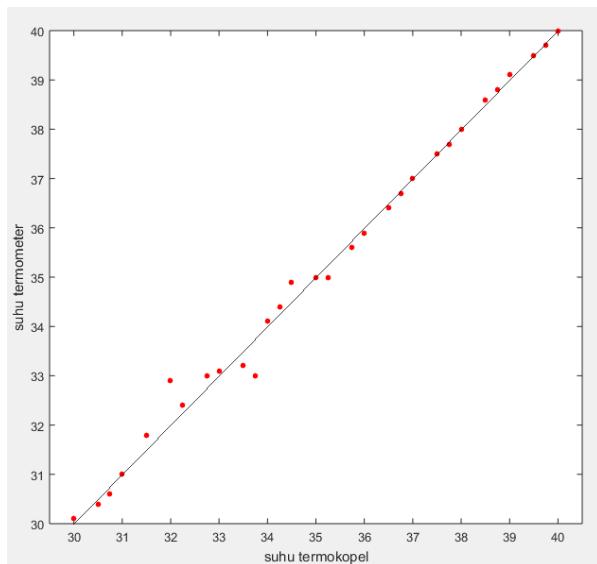
Hasil dari rancang bangun sistem kendali suhu pada proses ozonasi limbah batik terintegrasi *internet of things* (IoT) dengan Nodemcu ESP8266 mampu melakukan proses ozonasi limbah batik cair dengan mengendalikan suhu didalamnya untuk memaksimalkan kinerja dari ozonasi. Alat ini mampu bekerja dengan menjaga suhu yang telah ditetapkan dalam rentang sebesar 26,5 °C hingga 30 °C dalam waktu 34 menit.



Gambar 7. Sistem kendali suhu pada ozonasi limbah batik cair.

Hasil Uji Sensor Suhu Termokopel

Didapatkan alat hasil uji pengukuran suhu dengan menggunakan pemanas air sebagai objek penelitian dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan hasil akurasi sensor pada sistem kendali dengan referensi. Rangkaian pada sistem kendali terdiri dari pemanas air, termokoel untuk mengukur suhu, max6675 sebagai modul sensor, nodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, LCD untuk menampilkan data suhu dari termokopel, dan perangkat termometer digital.



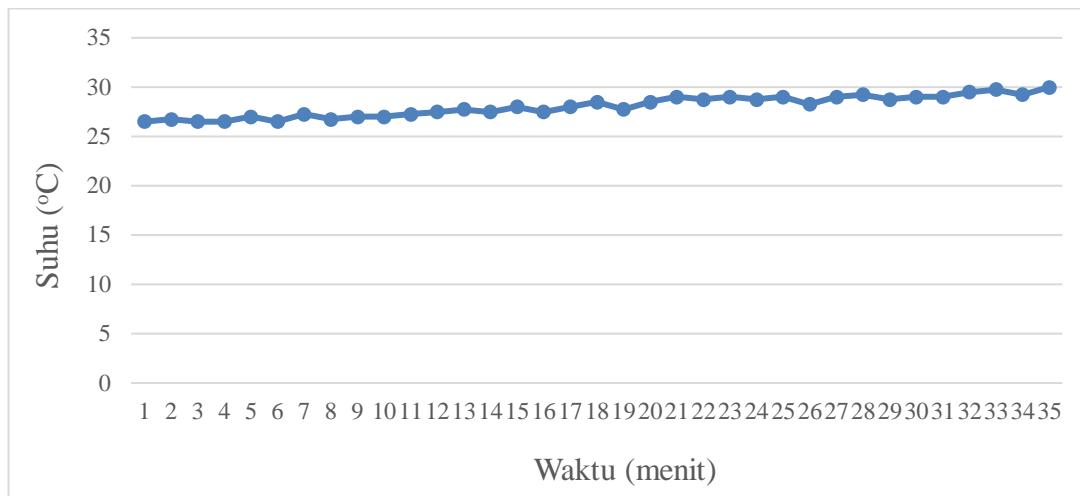
Gambar 8. Grafik hasil uji sensor suhu

Diperoleh persamaan hasil pengujian sensor suhu referensi adalah ($y = 0,3395x + 29,918$), dengan nilai slope = 0,3395 dan intercept = 29,918. pada grafik alat rancang bangun didapatkan persamaan ($y = 0,3438x + 29,83$) dengan nilai slope = 0,3438 dan intercept = 29,83. Hasilnya menunjukkan bahwa nilai suhu yang dideteksi sensor semakin meningkat dalam waktu satu menit mencapai pada suhu 40 °C. Nilai

error diperoleh pada rata – rata 0,59 %. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat keakuratan suhu yang terbaca pada alat ukur standar dengan sistem yang dibuat cukup baik.

Data Hasil Ukur Suhu Limbah Batik

Data hasil pengukuran suhu dengan menggunakan sensor termokopel pada larutan limbah batik cair saat dilakukan ozonasi mengalami kenaikan suhu secara signifikan. Pada uji coba dengan suhu awal atau suhu ruangan sebesar 26,5 °C dikarenakan ruangan untuk melakukan percobaan adalah ruangan ber-AC, maka suhu ruangan bisa berubah tergantung tempat untuk melakukan proses ozonasi sebagai suhu awal sebagai batas minimal pada sistem kendali.

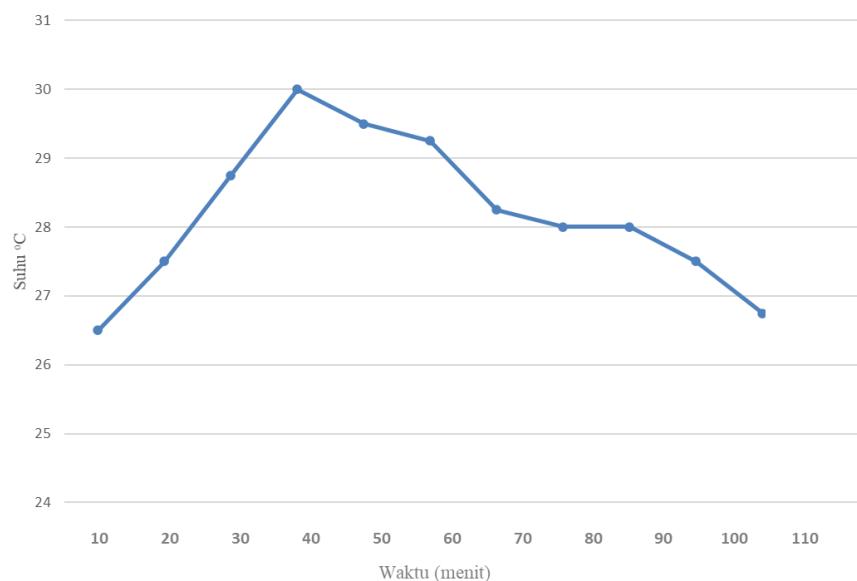


Gambar 9. Grafik kenaikan suhu pada ozonasi limbah batik

Terlihat perbedaan suhu larutan limbah batik cair dari sebelum dilakukan proses ozonasi dan setelah dilakukan proses ozonasi dalam waktu 34,85 menit telah mencapai suhu 30 °C. Hal ini dapat terjadi karena pada saat sistem bekerja, pompa yang digunakan akan menghasilkan panas hingga menyebabkan kenaikan suhu pada suhu larutan limbah batik.

Data Hasil Pengukuran Suhu pada Sistem Kendali

Didapatkan hasil pengukuran suhu pada saat sistem kendali bekerja ketika proses ozonasi berlangsung hingga sistem mati untuk menurunkan suhu. Dapat dilihat bahwa suhu larutan yang mengalami kenaikan dengan lebih cepat dibandingkan dengan waktu penurunan suhu untuk menyesuaikan dengan suhu ruangan. Dari percobaan dengan suhu awal sebesar 26,5 °C mengalami kenaikan suhu hingga mencapai 30 °C dalam waktu 34 menit. Kemudian waktu yang diperlukan untuk suhu turun hingga kembali ke suhu awal atau mencapai suhu ruangan memakan waktu selama 72,38 menit. Dapat dilihat bahwa panas yang dihasilkan oleh pompa untuk memutar limbah dan menghasilkan *microbubble* lebih cepat untuk meningkatkan suhu dibandingkan dengan ketika penyesuaian suhu dengan suhu di ruangan yang memakan waktu lebih lama. Pada percobaan ini dilakukan pada ruangan ber-AC yang mempengaruhi suhu ruangan menjadi lebih rendah. Untuk pengaplikasian alat di tempat lain dapat memiliki suhu ruangan yang lebih tinggi.



Gambar 10. Hasil uji suhu larutan limbah batik pada sistem kendali

SIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Telah dapat menghasilkan sistem kendali suhu dengan sensor termokopel dengan rentang suhu dengan error rata – rata 0,59%, yang dapat diaplikasikan pada sistem proses ozonasi limbah batik.
- Diperoleh waktu yang dibutuhkan untuk kenaikan suhu pada proses ozonasi limbah batik selama 34,85 menit dalam rentang suhu 26,5 °C hingga 30 °C.
- Didapatkan data hasil pengukuran suhu dalam sistem kendali *on/off* pada proses ozonasi limbah batik dari awal proses ozonasi hingga sistem mengalami penurunan suhu selama 72,38 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Utama, Y.A.K., Widianto, Y., Sardjono, T.A., Kusuma, H., (2018), *Sistem Pengaturan Dasar*, Aseni, Mimika Baru.
- Apriyani, N., 2018, Industri Batik: Kandungan Limbah Cair dan Metode Pengolahannya, *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 3, 1. 21 – 19.
- Ogata, K., Modern Control Engineering, 5th Edition, Prentice Hall, 2002.
- Wicaksono, M.F., 2017, *Implementasi Modul Wifi NodeMCU ESP8266 Untuk Smart Home*. Jurnal Komputer Unikom – Komputika. Vol.6, No.1.
- Putra, T., 2018, *Thermometer Tanah Digital Dengan Sensor Termokopel Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8*, Program Studi D3 Meteorologi dan Instrumentasi, Departemen Fisika, Universitas Sumatera Utara.
- Kustiawan, E., 2018, Meningkatkan Efisiensi Peralatan Dengan Menggunakan Solid State Relay (SSR) dalam Pengaturan Suhu Pack Pre-Heating Oven PHO), *Jurnal STT Yuppentek*, 9, 1, 1 – 6.
- Sasmoko D., dan Mahendra, A., (2017), Rancang Bangun Sistem Pendekripsi Kebakaran BerbasisIot Dan Sms Gateway Menggunakan Arduino. Jurnal SIMETRIS. Vol.8, No.2.
- Destiarini, dan Widya, P., 2019, Robot Line Follower Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno ATMEGA328, *Jurnal Informatika*, 5, 1, 2407 – 1730.

Asiah, R.H., Suseno, J.E., dan Muhlisin, Z., 2017, Pembuatan Sistem Ozoniser untuk Degradasi Pewarna *Rhodamine B* dengan Metode Peroxone Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA8535, *Youngster Physics Journal*. 6, 4, 323, 330.

Friebel, F., dan Amewu, A., 2019, Ozone Concentration versus Temperature: Atmospheric Aging of Soot Particles, *Langmuir*, 35, 14437 – 14450.