

Perancangan *Decoupling Control System* Suhu dan Kelembapan Menggunakan Metode Kontrol PID pada Mesin Pengering Krupuk Tipe *Trush Burner*

Basruqi¹, Muhammad Hasan Basri^{1*}, Amalia Herlina¹, Ilimirizki Imaduddin¹

¹Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Nurul Jadid
Karanganyar Kecamatan Paiton Probolinggo 67291 Jawa Timur

*hasanmohammadbasri83@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v14i3.11392>

ABSTRACT

Crackers are one of the traditional foods in Indonesia which now has many home industries to produce it. There are 3 ways of drying, including traditional, modern, and hybrid. In the study of designing a temperature and humidity control system using the PID method on a trush burner cracker dryer, it was carried out in a modern way, with the materials needed for design, plastic waste, Arduino Uno, DHT11 sensor, oven, boiler, and pump. From the test results, the maximum water pipe testing was carried out at a temperature of 53 °C, the maximum drying room temperature was 45 °C, and the maximum boiler temperature was 56 °C. The function of the temperature and humidity control system on the trush burner type cracker dryer helps dry crackers practically in rainy season conditions

Keywords : *crackers, dryers, arduino uno, DHT11 sensor*

PENDAHULUAN

Krupuk merupakan salah satu makanan tradisional di Indonesia yang kini telah banyak *home industry* untuk memproduksinya. Berdasarkan observasi yang dilakukan, pengeringan kerupuk mentah dapat dilakukan dengan tiga cara, 1) secara tradisional, yakni dengan penjemuran atau dihadapkan langsung ke matahari (*direct solar drying*) dimana alas pengering umumnya menggunakan bahan sederhana (anyaman bambu, kayu, kain, dsb), metode lain adalah dengan tungku pemanggang konvensional (cerobong oven); 2) secara modern, yakni menggunakan oven listrik; dan 3) metode *hybrid* atau campuran antara tradisional (dihadapkan ke arah matahari) dengan bantuan alat. Metode yang terlalu tradisional pun juga kurang ergonomi dan *high-effort* karena pegawai harus rutin menjemur dikala matahari mulai terik dan meneduhkan kerupuk dikala menjelang sore serta siap siaga ketika suatu saat terjadi hujan. Jika terkena air hujan, kerupuk tersebut akan rusak dan tidak layak jual (menyusut) karena kurang mekar ketika digoreng (Fuada, 2013). Pengeringan didefinisikan sebagai proses pengeluaran kandungan air atau pelarut lainnya

dari zat padat menggunakan penguapan. Proses ini dipengaruhi oleh suhu, kelembaban udara, kecepatan aliran udara, kandungan air, energi pengering, dan kapasitas pengering. Oleh karena itu diperlukan alat tepat guna untuk memproses pengeringan (Hermawan et al., 2016).

Pengeringan adalah suatu proses pembuangan air yang terkandung pada suatu material yang dikeringkan. Pada proses pengeringan perlu adanya fluida udara kering yang mampu menyerap air di dalam material tersebut. Upaya yang dapat dilakukan untuk membuat udara kering adalah dengan melakukan pemanasan terhadap udara tersebut sebelum melintasi material yang dikeringkan. Dengan kondisi udara yang panas dan kering mampu menyerap air yang membasahi material tersebut sampai kering dalam waktu yang lebih singkat. Upaya yang dilakukan mendapatkan udara panas dan kering digunakan kombinasi dari dua sumber energi yang berbeda. Pada penelitian ini digunakan energi yang dihasilkan oleh kolektor surya dan energi yang dihasilkan oleh tungku biomassa (Suriadi et al., 2011). Proses pengeringan

Cite this as:

Basruqi, Basri, M.H., Herlina, A & Imaduddin, I. (2021). *Perancangan Decoupling Control Sistem Suhu dan Kelembapan Menggunakan Metode Kontrol PID pada Mesin Pengering Krupuk Tipe Trush Burner*. *Rekayasa* 14 (3). 348-352
doi: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v14i3.11392>

© 2021 Basruqi, Muhammad Hasan Basri

Article History:

Received: May, 5th 2021; **Accepted:** August, 31st 2021

Rekayasa ISSN: 2502-5325 has been Accredited by Ristekdikti (Arjuna) Decree: No. 23/E/KPT/2019 August 8th, 2019 effective until 2023

adalah perpindahan panas dan uap air secara simultan yang memerlukan energi panas untuk menguapkan kandungan air dari permukaan bahan oleh media pengering yang biasanya berupa uap panas. Dasar proses pengeringan adalah terjadinya penguapan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengeringan adalah faktor yang berhubungan dengan udara pengering (suhu, kecepatan volumetrik, kelembaban udara), dan Faktor yang berhubungan dengan bahan yang dikeringkan (ukuran bahan, kadar air awal bahan, tekanan parsial dalam bahan). Pada saat proses ini terjadi perpindahan massa dari bahan ke udara dalam bentuk uap air sehingga terjadi pengeringan pada permukaan bahan. Setelah itu tekanan uap air pada permukaan bahan akan menurun setelah kenaikan suhu terjadi pada seluruh bahan. Maka terjadi pergerakan air secara difusi dari dalam bahan ke permukaan bahan dan seterusnya. Proses penguapan pada permukaan bahan diulangi lagi. Akhirnya setelah air bahan berkurang, tekanan uap air bahan menurun sampai terjadi kesetimbangan dengan udara sekitarnya (Romadon, 2014).

Salah satu proses dalam produksi krupuk adalah proses pengeringan. Proses pengeringan krupuk yang dilakukan kebanyakan oleh masyarakat masih secara konvensional, yaitu pengeringan dilakukan di tempat terbuka yang bergantung dari sinar matahari. Pada pengeringan tradisional terdapat beberapa masalahnya itu panas yang fluktuatif, kebersihan yang tidak terjaga dan memerlukan tempat yang cukup luas. Mengingat di Indonesia terdapat dua musimnya itu musim kemarau dan penghujan, maka salah satu hal yang menjadi kendala dalam produksi kerupuk adalah proses pengeringan disaat musim penghujan. Dimana panas yang dibutuhkan dalam proses pengeringan tidak bias terus menerus karena adanya hujan (Syafriyudin et al., 2009).

Pengelolaan sampah plastik menjadi masalah sebab plastik merupakan material yang tidak bisa terdekomposisi secara alami (*non biodegradable*) sehingga pengelolaan sampah plastik dengan *land fill* maupun *open dumping* tidak tepat dilakukan. Pengelolaan sampah plastik dengan cara pembakaran dapat menyebabkan dampak negative terhadap lingkungan berupa terjadinya pencemaran udara khususnya *emisi dioxin* yang bersifat karsinogen. Pengelolaan sampah plastik

lainnya adalah dengan mendaur ulang sampah plastik menjadi bentuk lain, namun proses daur ulang ini hanya akan merubah sampah plastik menjadi bentuk baru bukan menanggulangi volume sampah plastik sehingga ketika produk daur ulang plastik sudah kehilangan fungsinya maka akan kembali menjadi sampah plastik. Oleh karenanya diperlukan alternatif lain untuk menangani volume sampah plastik ini (Wahyudi et al., 2018). Salah satu alternatif penanganan sampah plastik adalah dengan melakukan proses daur ulang (*recycle*). Pirolisis sampah plastik merupakan salah satu bentuk proses daur ulang dengan mengubah plastik menjadi bahan bakar. Selain bermanfaat untuk mengurangi jumlah sampah plastik, pirolisis sampah plastik juga bermanfaat untuk menyediakan bahan bakar dengan nilai energi yang cukup tinggi. Secara umum, kurang lebih 950 ml minyak bakar bisa diperoleh dari pirolisis 1 kg plastic Polyolefin misalnya *Polypropylene*, *Polyethylene* dan *Polystyrene* (Thorat et al., 2013).

Suatu sistem kontrol otomatis dalam suatu proses kerja berfungsi mengendalikan proses tanpa adanya campur tangan manusia (otomatis). Kontrol otomatis mempunyai peran penting dalam dunia industri modern saat ini. Seiring perkembangan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, sistem kontrol otomatis telah mendorong manusia untuk berusaha mengatasi segala permasalahan yang timbul di sekitarnya dengan cara yang lebih mudah, efisien dan efektif. Adanya kontrol otomatis secara tidak langsung dapat menggantikan peran manusia dalam meringankan segala aktifitasnya. Dalam sistem kontrol kita mengenal adanya sistem kontrol Loop Terbuka (*Open-loop Control System*) dan Sistem kontrol Loop Tertutup (*Closed-loop Control System*) (Kunarso, 2015). Sistem kontrol PID di gunakan secara luas dalam sebuah industri karena hanya dengan desainnya yang sederhana dan dengan kemampuan yang optimal. Kontrol PID merupakan proses perhitungan aksi kontrol atau perbedaan antara set point dengan keluaran sistem yang kemudian di masukkan ke dalam masukan kontrol sistem. Sistem kontrol PID dapat di gunakan dalam berbagai sistem seperti sistem kontrol *close loop*, sistem kontrol *opened loop* atau *control on-off* (Huda, 2020).

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan beberapa langkah-langkah tahapan pada perancangan sistem kontrol

decoupling untuk temperatur dan kelembaban pada mesin pengering krupuk tipe *trush burner*.

Perencanaan

Pada langkah perancangan sistem kontrol ini meliputi semua tahapan pengerjaan yang berhubungan secara langsung pada rangkaian, diantaranya :

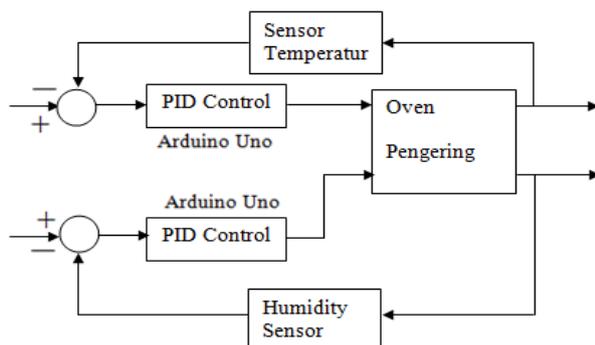
- Desain rangkaian kontrol dibutuhkan untuk menganalisa rangkaian yang dibutuhkan untuk menunjang kerja sistem pada mesin pengering krupuk tipe *trush burner*.
- Pembuatan layout pada PCB adalah langkah untuk pembuatan skematik menjadi rangkaian board PCB.
- Kemudian untuk langkah berikutnya pemasangan komponen-komponen pada mesin pengering krupuk tipe *trush burner* untuk kontrol nya.
- Untuk langkah terakhir yang akan dilakukan adalah pengujian fungsional, dan pengujian kinerja.

Perancangan Blok Diagram

Temperatur kontrol terdiri dari dua bagian yaitu sistem pemanas dan sistem pendinginan, di mana dapat dijelaskan diantaranya :

1. Sistem pemanasan

Pada proses pengeringan krupuk tipe *trush burner* pemanasan dilakukan dengan menggunakan aliran panas pada pipa yang masuk ke ruang bakar, dengan menyalakan pompa dan mematikan blower *exhaust*.



Gambar 1. Diagram *Block Decoupling Control System* Temperatur dan Kelembapan

2. Sistem pendinginan

Pada proses pengeringan krupuk tipe *trush burner* ini, untuk proses pendinginan ruang bakar dilakukan dengan memanipulasi *blower exhaust* dan *pump (on-off regulating)*. *Humidity control* pada pengering krupuk tipe *trush burner* digunakan

untuk mengatur kelembaban ruang pengering agar sesuai dengan set point yang diinginkan. Permasalahan yang terjadi pada sistem mesin pengering krupuk tipe *trush burner* adalah terdapat *coupling* karakteristik antara temperatur dan kelembaban, sehingga dalam menerapkan kontrol proses pada mesin pengering krupuk tipe *trush burner* ini menjadi permasalahan yang kompleks (non-linier sistem).

Cara Kerja Sistem

Pada tahapan cara kerja sistem pada sistem kontrol *decoupling* untuk temperatur dan kelembaban pada mesin pengering krupuk tipe *trush burner*, sebagai berikut :

- Tegangan yang digunakan DC, dimana tegangan awal yang dilakukan menggunakan masukkan PLN berupa AC sebesar 220 volt, kemudian dirubah oleh adaptor menjadi C 12 volt, setelah itu distabilkan menjadi 5 volt oleh rangkaian regulator.
- Saat daya yang disambungkan dan saklar "on", maka lampu indikator menyala dan power sudah masuk.
- Setelah rangkaian kontrol tersupply pada power maka mesin pengering krupuk akan standby untuk menunggu pembacaan sensor. Apabila panas sudah masuk ke tray maka sensor mendeteksi suhu panas yang terjadi pada boiler dan ruangan (oven).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Fungsional

Pengujian fungsional yang akan dilaksanakan pada penelitian ini untuk menguji kontrol tanpa bahan. Apabila dalam pengujian menghasilkan yang baik, maka komponen yang akan digunakan pada perancangan mesin pengering krupuk tipe *trush burner* dapat berjalan dengan baik dan lancar, sehingga dapat dilakukan perancangan.

1. Sistem Pembakaran

Beberapa bagian yang berperan penting pada sistem pembakaran sampah, diantaranya tungku, sensor DHT 11, kontrol (on/off), pump, waktu, dan alarm. Sistem pembakaran ini dibutuhkan untuk mengeringkan krupuk dengan memanfaatkan panas yang dihasilkan dari pembakaran sampah plastik. Pada proses penyalaan yang dilakukan pertama adalah memasukkan sampah plastik ke dalam tungku, setelah itu menunggu selama 20 detik untuk memanaskan boiler yang sudah berisi air, lalu setelah boiler dalam keadaan panas, maka

akan dilairkan ke oven dengan menggunakan pump yang dilairkan melewati tray untuk masuk ke dalam oven dan dikeluarkan kembali ke boiler, secara terus menerus.

2. Sistem Blower

Sistem blower yang ada pada mesin pengering krupuk tipe *trush burner* ini berfungsi sebagai sistem pembuangan kelebihan suhu panas yang terjadi di oven pada waktu proses pengeringan krupuk. Blower ini untuk membantu menstabilkan suhu panas yang terjadi didalam oven. Pada pengujian sensor suhu dan kelembaban diberikan panas, saat 33°C sampai 56°C dengan mengontrol sensor saat proses pengeringan yang terjadi.

3. Uji *Decoupling Control System* Temperatur dan Kelembaban

Pada pengujian sistem kendali ini menggunakan *decoupling control system* temperatur dan kelembaban untuk mengontrol suhu yang didinginkan pada proses pengering krupuk. *Decoupling control system* mengatur suhu agar apabila terjadi kelebihan suhu dari yang diinginkan dapat dikontrol karena sangat berbahaya yang dapat mengakibatkan kerusakan pada bahan dan komponen, sehingga *decoupling control system* dapat mengontrol suhu yang melebihi *set point*.

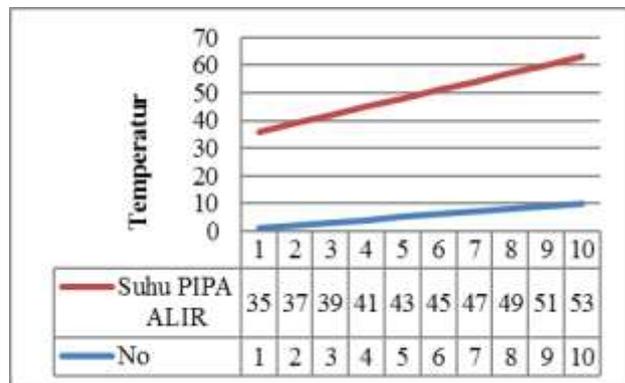
Pengujian Kinerja

Pengujian kinerja *decoupling control system* temperatur dan kelembaban pada mesin pengering krupuk tipe *trush burner* untuk mengetahui kinerja *decoupling control system* yang akan dinalisa suhu pipa alir, suhu ruang pengering, suhu boiler.

1. Analisis Suhu Pipa Alir

Hasil dari pengamatan analisis suhu pipa alir pada pengering krupuk tipe *trusher burner* dapat dilihat pada gambar 9. *Decoupling control system* temperatur yang digunakan dapat berfungsi dengan lancar. Pada gambar dapat dilihat bahwasanya respon suhu pipa alir pengeringan berubah-ubah. Respon suhu dalam ruang oven pengering menggunakan sampah plastik sebagai bahan pembakaran. Untuk hasil pengeringan krupuk dengan menggunakan bahan bakar sampah plastik didapatkan suhu pipa alir tertinggi berkisar 53°C, sedangkan suhu setting pada ruang oven pengeringan krupuk adalah 55°C. Yang artinya penggunaan sampah plastik sebagai bahan bakar untuk pengering krupuk lebih efektif dan efisien dalam menghemat biaya produksi krupuk, dan dapat dijadikan alternatif pengeringan di kala waktu

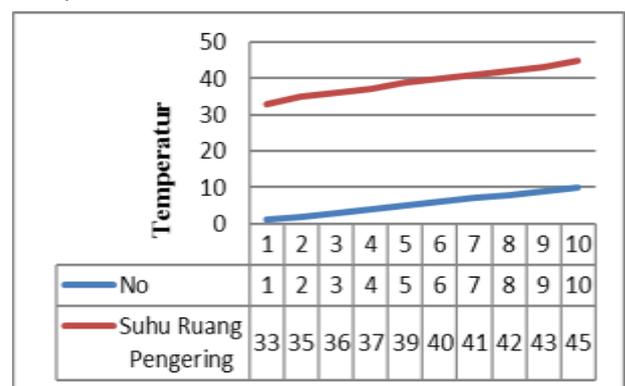
hujan. Hasil dari pengujian pada gambar 9 didapatkan suhu awal dimulai dari 35°C sampai 53°C, dimana suhu pipa alir setiap percobaan didapatkan hasil yang berubah-ubah dengan setting respon 55°C.



Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Suhu Pipa Alir

2. Analisis Suhu Ruang Pengering

Pada ruangan pengering krupuk dibuat dengan ukuran diameter 250 cm kali 250 cm. Pada ruangan pengering krupuk berbentuk balok dengan bahan seng. Bentuk dari ruangan pengering diberikan 3 rak agar dapat memperlancar aliran sirkulasi temperatur dan kelembaban. Dari Gambar 3 dapat dilihat grafik suhu ruangan pengering krupuk tipe *trush burner*, dimana kapasitas ruangan pengering krupuk ini dibuat untuk bisa mengeringkan krupuk sekitar 10 kg dengan disusun 3 rak dengan per rak dapat di isi sekitar 3 kg, agar dapat memaksimalkan suhu ruangan yang maksimal. Suhu ruangan yang dihasilkan pada mesin pengering krupuk tipe *trush burner* didapatkan suhu maksimal 45 °C.

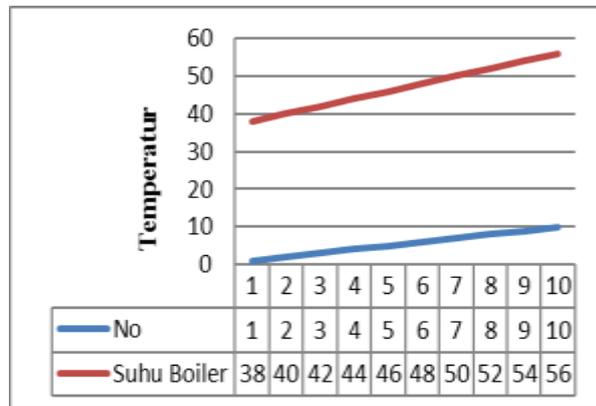


Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Suhu Ruang Pengering

3. Analisis Suhu Boiler

Pada tahapan analisis suhu boiler mesin pengering krupuk tipe *trush burner* dapat dilihat pada Gambar 3, dimana grafik yang terjadi pada

suhu boiler terjadi peningkatan setiap kali percobaan, yang mana percobaan dilakukan selama 10 kali. Hasil dari pengujian suhu boiler dianalisis untuk bida didapatkan hasil yang maksimal dalam proses pengeringan krupuk. Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa suhu boiler terendah berada di percobaan 1 dengan hasil 38 °C dan suhu tertinggi pada boiler 56 °C. Setiap percobaan didapatkan hasil yang meningkat untuk suhu boiler.



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Suhu Boiler

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisis untuk perancangan suhu dan kelembapan pada mesin pengering krupuk tipe *trush burner*, didapatkan kesimpulan :

1. Fungsi dari kontrol sistem temperatur dan kelembapan pada mesin pengering krupuk tipe *trush burner* membantu mengeringkan krupuk secara praktis dalam kondisi musim hujan.
2. Kontrol temperatur dan kelembapan pada mesin pengering krupuk tipe *trush burner* hanya menguji dan menganalisa hasil dari pipa alir, suhu ruangan, dan suhu boiler pada mesin pengering krupuk.
3. Hasil pengujian pada pipa air maksimal dilakukan pada temperatur 53 °C, untuk suhu ruang pengering maksimal 45 °C, dan untuk suhu boiler maksimal dihasilkan 56 °C.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad Nurul Huda, Ilmi Rizki Imaduddin, Hilman Saravian Iskawanto, Rakhmad Gusta Putra. 2020. "Perancangan Solar Charge Controler Menggunakan Control Proportional Integral Derivative (PID) Pada Prototype Traffic Light".

Journal of Electrical Electronic Control and Automotive Engineering (JEECAE). Vol.5, No.2, November 2020.

Faris Rahmat Romadon. 2014. "Perhitungan Ulang Alat Pengering Kulit Sapi Untuk Bahan Kerupuk Rambak Menggunakan Bahan Bakar LPG Dengan Daya Tampung 3 Kg". Tugas Akhir, Program Studi D3 Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya 2014.

I Gusti Agung Kade Suriadi Dan Made Ricki Murti, 2011."Kesetimbangan Energi Termal Dan Efisiensi Transient Pengering Aliran Alami Memanfaatkan Kombinasi Dua Energi". Jurnal Teknik Industri. Vol. 12. 1, Februari 2011 : 34-40.

Jatmko Wahyudi, Hemain Teguh Prayitno, Arieanti Dwi Astuti. 2018. "Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Bakar Baku Pembuatan Bahan Bakar Alternatif". Jurnal Litbang Vol. XIV, No. 1 Juni 2018 : 58-67.

Kunarso, L. (2015). *Rancang Bangun Sistem Kontrol Listrik Berbasis Web Menggunakan Server Online Mini Pc Raspberry Pi*. In *Skripsi*. Universitas Stikubank (UNISBANK).

S. Fuada, "Control System Design of Automatic Roof for Chips Drying Device (Software Version)," *Int. J. of Scientific & Engineering Research (IJSER)*, Vol. 4(7), 1408 – 1412, Juli 2013. ISSN 2229-5518.

Syafriyudin, Dwi Prasetyo Purwanto. 2009. "Oven Pengering Kerupuk Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535 Menggunakan Pemanas Pada Industri Rumah Tangga". Jurnal Teknologi, Volume 2 Nomor 1 , Juni 2009, 70-79.

Thorat, P.V. Warulkara, S & Sathone, H. (2013). Thermofuel – " *Pyrolysis of waste plastic to produce Liquid Hydrocarbons*". *Advances in Polymer Science and Technology: An International Journal*, 3(1), 14- 18.

Vendi Hermawan, Hari Purnomo. 2016. "Rancang Bangun Mesin Pengering Untuk Pengeringan Limbah *Seafood* ". Teknoin Vol. 22 No 8 Desember 2016 : 619-628.