

Sistem Pembersih Semi-Otomatis pada Konveyor Penggorengan Keripik Tempe

(Semi-Automatic Self-Cleaning System for Tempe Chips Conveyor Frying Machine)

Hanifah Rifaatul Mahmudah¹, Novy Hapsari²

¹² Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Indonesia
Jl. Puspiptek, Kec. Setu, Kota Tangerang Selatan, 15314

Abstrak

Keripik tempe merupakan salah satu produk pangan yang banyak diproduksi oleh UMKM, namun proses pembersihan konveyor mesin penggorengan masih dilakukan secara manual. Proses ini memerlukan waktu lama, menurunkan efisiensi produksi, dan meningkatkan risiko kontaminasi pangan. Penelitian ini merancang sebuah sistem self- cleaning otomatis yang dapat membersihkan permukaan konveyor menggunakan kombinasi elemen pemanas, pompa air, solenoid valve, dan nozzle semprot, dikendalikan oleh PID Temperature Controller dan timer otomatis. Pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memanaskan air 19 liter dari suhu 30°C menjadi 70°C dalam 15 menit serta melakukan penyemprotan otomatis selama 2 menit. Sistem ini dapat mengurangi waktu pembersihan manual dan meningkatkan efisiensi serta kebersihan proses produksi keripik tempe.

Kata Kunci : Keripik tempe, self-cleaning, konveyor, otomasi

Abstract

Tempe chips are one of the most widely produced snack products by small industries in Indonesia, yet the cleaning process of conveyor frying machines is still performed manually. This manual cleaning method requires a long processing time, lowers production efficiency, and increases contamination risks. This study develops an automatic self-cleaning system capable of cleaning the conveyor surface using water heating, a water pump, solenoid valves, and spray nozzles, controlled by an PID Temperature Controller and automated timer. Experimental results show that the system can heat 19 liters of water from 30°C to 70°C within 15 minutes and perform a 2-minute automatic spraying cycle. This innovation significantly reduces cleaning time and improves hygiene and production efficiency of tempe chips.

Keyword : Tempe chips, self-cleaning, conveyor, automation, Arduino

*Penulis Korespondensi. Telp:+62 85 725436416

Alamat E-mail : hanifahrif@gmail.com (Hanifah Rifaatul Mahmudah)

1. Pendahuluan

Keripik tempe adalah jenis makanan ringan yang diperoleh dari hasil olahan tempe yang sudah melalui beberapa tahap proses pengolahan. Olahan tempe yang saat ini tengah menjadi kegemaran masyarakat salah satunya adalah keripik tempe. Karna rasanya yang gurih dan ringan dilidah, keripik tempe menjadi pilihan camilan masyarakat Indonesia. Tak hanya memiliki peminat di Indonesia, olahan keripik tempe juga laku keras dipasaran internasional, negara-negara yang memiliki permintaan yang besar terhadap camilan ini diantara adalah Jepang, Amerika dan Korea. Selain karena rasanya yang enak, keripik tempe juga tahan lama apabila disimpan pada tempat yang kering. Oleh sebab itu banyak UKM-UKM di Indonesia yang saat ini mengembangkan makanan ini dengan berbagai cita rasa dan dilengkapi dengan berbagai topping rempah-rempah. (Hakim, et al., 2022)

Sulitnya memenuhi permintaan pasar seringkali menjadi permasalahan yang dialami oleh produsen keripik tempe di Indonesia. Permintaan yang tinggi ini menciptakan kebutuhan untuk memproduksi keripik tempe dalam jumlah yang lebih besar. Pada umumnya proses penggorengan keripik tempe dilakukan secara manual, dimana sering kali menghasilkan produk yang tidak konsisten dalam kualitasnya, baik dari segi warna, tekstur, maupun rasa. Perkembangan metode penggorengan keripik tempe menggunakan mesin yang beredar di masyarakat saat ini memiliki spesifikasi dan harga yang sangat tinggi, terutama bagi sektor bisnis skala UMKM. Oleh sebab itu inovasi untuk menciptakan mesin penggorengan keripik tempe otomatis diharapkan dapat lebih membantu dengan segala penyesuaian yang dibuat untuk membantu para pelaku bisnis skala UMKM (Aldoni, 2024).

Aldoni (2024) telah merancang Alat penggorengan keripik tempe otomatis model konveyor. Dengan spesifikasi menggunakan plat stainless steel 304 yang tahan terhadap korosi dan suhu tinggi. Alat tersebut dikendalikan menggunakan Arduino Mega 2560 dengan dilengkapi pengaturan kontrol suhu otomatis. Mesin ini mampu menjaga suhu penggorengan agar tetap stabil sehingga kualitas produk terjaga. Namun, selama proses penggunaan ditemukan tantangan baru yaitu setelah selesai Penggorengan tempe keripik, proses pembersihan konveyor masih dilakukan secara manual.

Pembersihan manual ini tidak hanya menyita waktu dan tenaga, tetapi juga menurunkan efisiensi produk. Kotoran seperti sisa minyak dan remah tempe yang menempel pada konveyor dapat menumpuk jika tidak dibersihkan, sehingga memengaruhi kebersihan dan keamanan pangan, serta mempercepat kerusakan alat.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dirancang Sistem *Self-Cleaning* Otomatis pada Konveyor Penggorengan keripik tempe. Sistem tersebut dirancang menggunakan solenoid valve dan beberapa nozzle semprot untuk menyemprotkan air secara merata ke seluruh permukaan konveyor, Pengaturan sistem dikendalikan oleh *PID Temperature Controller* yang mengatur waktu aktivasi dan durasi pembersihan.

2. Teori Dasar

Sistem *self-cleaning* merupakan teknologi yang digunakan untuk membersihkan permukaan peralatan proses secara semi otomatis. Konsep ini banyak diterapkan pada industri pangan, salah satunya melalui teknik CIP (*Clean-in-Place*). Proses pembersihan umumnya melibatkan pemanasan air, penyemprotan bertekanan, dan aliran fluida yang diarahkan melalui nozzle untuk meluruhkan sisa minyak dan residu makanan.

Kinerja pemanasan air dipengaruhi oleh daya heater, volume air, serta konduktivitas termal tangki. Waktu pemanasan dapat dihitung menggunakan persamaan dasar perpindahan panas:

$$Q = mc\Delta T$$

Dimana:

Q : energi panas (Joule),

m : massa air (kg),

c : kalor jenis air (4200 J/kg°C),

ΔT = perubahan suhu (°C).

Selain itu, sistem penyemprotan air menggunakan pompa dan solenoid valve untuk mengatur tekanan fluida dan distribusi air pada permukaan konveyor.

3. Metodologi

Bahan dan Perangkat

Perangkat utama yang digunakan antara lain:

- Elemen pemanas 220V
- Pompa air 20 L/menit
- Solenoid valve
- Nozzle fleksibel penyemprot air
- Thermocouple tipe-K
- PID Controller REX-C100
- Rangka *stainless steel* sebagai penopang sistem

Perancangan Sistem

Desain mekanik meliputi pembuatan rangka, tangki penampungan air, pemasangan elemen pemanas, pompa, dan jalur selang ke nozzle. Sistem kontrol dirancang menggunakan *PID Temperature Controller* yang mengatur waktu pemanasan dan waktu penyemprotan air secara otomatis.

Metode Pengujian

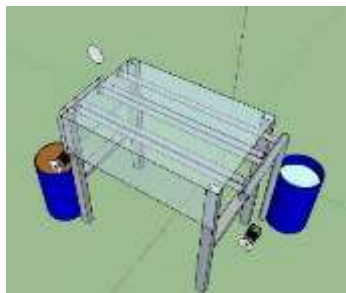
Pengujian dilakukan untuk parameter berikut:

1. Waktu pemanasan air dari 30°C ke 70°C
2. Durasi penyemprotan otomatis
3. Keamanan sistem listrik (grounding)
4. Jangkauan semprot nozzle
5. Efektivitas pembersihan dibanding metode manual

4. Hasil dan Pembahasan

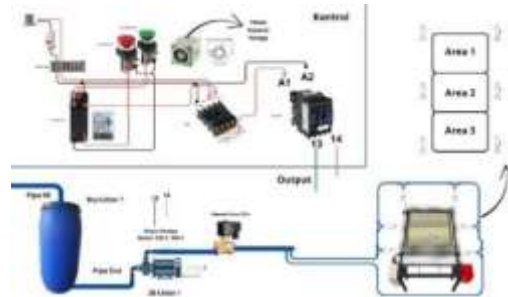
Desain Prototipe

Desain prototipe sistem pembersih otomatis pada konveyor penggorengan keripik tempe di peroleh setelah proses observasi, pengumpulan data dan perancangan, dengan pertimbangan terkait keselamatan dan keamanan operator diperoleh desain sistem yang dibuat terpisah dengan sistem konveyor penggorengan keripik tempe. Visualisasi desain digambarkan melalui aplikasi *Sketch Up*.



Gambar 4.1 Desain 3D Sistem Pembersih Otomatis

Sistem pembersih otomatis menggunakan PID kontroler untuk mengatur waktu penyemprotan nozzle dan sistem pemanas air (heater) serta sensor suhu Thermokopel tipe K. Berikut merupakan sistem wiring pada sistem pembersih otomatis.



Gambar 4.2 Diagram Wiring Sistem Pembersih Otomatis

Prototipe Sistem Pembersih

Prototipe sistem pembersih otomatis mengacu pada desain dan diagram wiring yang telah di rencanakan sebelumnya.



Gambar 4.3 Prototipe Sistem pembersih otomatis

Pengujian dan Validasi Kinerja Alat

Proses akhir setelah prototipe Sistem Pembersih Otomatis telah selesai perancangan yaitu dilakukan pengujian untuk mengecek kemampuan elemen pemanas untuk memanaskan air pada bak penampungan dari air dengan suhu sekitar 30°C menuju target suhu air 70°C.



Gambar 4.4 Uji Elemen Pemanas pada bak penampungan air

Selanjutnya dilakukan pengujian semprotan air dengan mengaktifkan switch. Kemudian pompa akan menyala dan mengalirkan air menuju selang dan akan keluar melalui nozzle semprot. Lamanya waktu Semprotan awal yaitu selama 2 menit . Setelah Air di semprotkan pada permukaan konveyor selama 2 menit, maka alat akan otomatis berhenti.



Gambar 4.5 Uji Nozzle Semprot

Dari hasil pengujian diperoleh untuk memanaskan air yang bervolume 19 liter dengan suhu awal 30°C membutuhkan waktu selama 10-15 menit untuk mencapai suhu 70°C. Sedangkan untuk pengujian nozzle semprot , sistem penyemprotan dapat berhenti otomatis setelah nozzle melakukan penyemprotan selama 2 menit.

Tabel 4.1 Konsumsi Daya Sistem Pembersih Otomatis

Nama Alat	Jumlah	Waktu	Daya Listrik	Total Daya
Heater Pemanas	1	10 Menit	300 WATT	0,05 kWh
Pompa Water Plus	1	1 Jam	150 WATT	0,15 kWh
Jumlah Daya Dibutuhkan :			450 WATT	0,20 kWh

Daya yang dibutuhkan pada saat pengoperasian alat sistem pembersih otomatis ini yaitu sebesar 0,20 kWh.

5. Kesimpulan

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, serta pengujian sistem yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Telah berhasil dirancang dan direalisasikan prototipe sistem pembersih otomatis (self-cleaning) pada konveyor penggorengan keripik tempe yang bekerja dengan prinsip penyemprotan air panas bertekanan melalui nozzle, dikendalikan oleh PID dengan sistem pengatur waktu otomatis. Tanpa menggunakan sikat pembersih.
2. Sistem mampu memanaskan air hingga suhu 70°C dalam waktu ± 15 menit dan melakukan penyemprotan otomatis selama 2 menit, yang efektif untuk menghilangkan sisa minyak dan remah tempe pada permukaan konveyor.
3. Pengujian menunjukkan sistem ini meningkatkan efisiensi waktu pembersihan hingga 60% dibandingkan metode manual serta mengurangi potensi kontaminasi pangan akibat penumpukan kotoran.
4. Penambahan sistem pentanahan (grounding) terbukti mampu mengatasi masalah induksi listrik pada rangka stainless steel, sehingga alat menjadi aman untuk dioperasikan.

Dengan demikian, sistem ini telah memenuhi tujuan penelitian yaitu menghadirkan solusi efektif dan efisien untuk meningkatkan kebersihan serta keamanan proses produksi keripik tempe pada skala UMKM.

Saran

1. Diperlukan pengembangan sistem sensor otomatis untuk mendeteksi tingkat kebersihan permukaan konveyor sehingga penyemprotan dapat berlangsung lebih adaptif.
2. Diperlukan pengujian jangka panjang untuk menilai ketahanan komponen terhadap panas, tekanan air, dan korosi.
3. Program sistem kontrol pada pembersih otomatis ini dapat diintegrasikan langsung dengan program sistem kontrol pada penggorengan utama.

Daftar Simbol

- °C : Suhu dalam Celcius
kWh : Kilo Watt Hour

Daftar Pustaka

- [1] Aldoni, M.B.T. (2024). Rancang Bangun Penggorengan Keripik Tempe Otomatis Model Konveyor Berbasis Mikrokontroler. Skripsi, Institut Teknologi Indonesia.
- [2] Hakim, M.L., et al. (2022). “Penerapan Teknologi Provent Mesin Pemotong Tempe.” SEWAGATI, 6(5).
- [3] Anonim. (2024). 7 Jenis Bahan Alat Masak Food-Grade. RupaRupa.com.