

PENERAPAN TEKNOLOGI *FUSION FILLING BOTTLE* UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI SISTEM AIR CONVEYOR

I Ketut Rai Wijaya¹, I Ketut Sukaya

¹Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana

²Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Malang

E-mail: iketut.wijaya@danone.com

ABSTRAK

Teknologi terus mengalami kemajuan dengan berbagai inovasi yang bertujuan untuk mempermudah aktivitas manusia, khususnya di sektor industri. Dalam memenuhi kebutuhan industri, diperlukan alat yang mampu mengontrol dan mengoperasikan proses mesin secara otomatis sehingga dapat meningkatkan efisiensi tenaga kerja. Penelitian ini berfokus pada penerapan teknologi pengisian botol otomatis guna meningkatkan efisiensi sistem konveyor. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa mesin pengisian pada produk SPS terdiri dari dua ruangan dan dua mesin, sehingga diperlukan konveyor udara yang panjang dan bercabang untuk mengalirkan botol kosong dari mesin peniup ke kedua ruangan pengisian. Sistem ini memerlukan 13 blower berkapasitas 2,2 kW untuk memastikan suplai botol kosong. Inovasi ini memungkinkan pengisian cairan secara otomatis ke dalam botol dengan mikrokontroler sebagai pengendali utama sistem. Pengisian otomatis menunjukkan selisih rata-rata volume cairan pada dua botol sebesar 1,3 ml, dengan kecepatan pengisian dua botol 100 ml dalam waktu 6,9 detik. Persentase keberhasilan mencapai 100%, dengan rata-rata produksi 10 botol per menit dan waktu pengisian sistem selama 13 detik dalam 100 percobaan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara *real-time*, di mana pengiriman data lebih cepat daripada proses produksi.

Kata kunci: Efisiensi, Conveyor, Fussion Filling Bottle

ABSTRACT

Technology continues to advance with various innovations aimed at simplifying human activities, especially in the industrial sector. To meet industrial demands, tools are needed that can control and operate machine processes automatically, thereby improving labor efficiency. This research focuses on the application of automatic bottle filling technology to enhance the efficiency of the air conveyor system. The research findings reveal that the filling machine for SPS products consists of two rooms and two machines, requiring a long and branching air conveyor to transport empty bottles from the blowing machine to the two filling rooms. This system requires 13 blowers with a capacity of 2.2 kW to ensure the supply of empty bottles. This innovation enables automatic liquid filling into bottles using a microcontroller as the main control system. The automatic filling process showed an average difference in liquid volume between two bottles of 1.3 ml, with a filling speed of two 100 ml bottles in 6.9 seconds. The success rate reached 100%, with an average production rate of 10 bottles per minute and a filling system time of 13 seconds across 100 trials. This indicates that the system can operate in real-time, with data transmission being faster than the production process.

Keywords: Efficiency, Conveyor, Fusion Filling Bottle.

PENDAHULUAN

Teknologi terus mengalami perkembangan dari waktu ke waktu, dengan berbagai inovasi yang bertujuan untuk mempermudah berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk dalam industri, komunikasi, dan informasi. Teknologi juga erat kaitannya dengan sistem otomasi, yakni sistem yang dirancang untuk mengurangi ketergantungan pada tenaga manusia, di mana manusia hanya berperan sebagai operator teknologi tersebut (Parinduri, dkk. 2019). Alat untuk memindahkan produk atau bahan dalam sistem modern saat ini dapat menggunakan tenaga mesin yang dimanfaatkan oleh manusia. Salah satu alat transportasi yang digunakan adalah konveyor, yang berasal dari kata "escort" yang berarti bergerak secara massal. Dengan demikian, konveyor dapat diartikan sebagai mesin yang mampu mengirimkan botol minuman dalam jumlah besar, mengatasi jarak antar botol (Hariyadi, 2019). Mesin konveyor dibutuhkan untuk memperlancar dan mempercepat proses produksi agar produk berkualitas dapat dihasilkan sesuai target perusahaan dalam waktu yang cepat dan efisien (Arijaya, 2019).

Mesin pengisian air otomatis dirancang untuk mengisi produk atau bahan ke dalam botol dengan akurasi dan presisi yang tinggi, sehingga proses pengisian menjadi efisien. Sistem otomasi dirancang untuk memudahkan proses produksi, dengan manusia hanya bertindak sebagai pengendali (Pramudita, dkk. 2022). Dalam mengisi cairan ke dalam botol secara otomatis, diperlukan sistem mekanik yang efisien, yang memberikan dampak positif bagi dunia industri. Di sektor industri, pengisian air dan penutupan botol sering menggunakan sistem otomasi, sehingga proses produksi menjadi lebih cepat dan akurat, meningkatkan keuntungan perusahaan. Sistem pengisian

botol secara manual pada industri kecil kurang efisien. Mesin otomatis seperti mesin pengisi (filling), konveyor, dan mesin penutup botol (*capping*) sangat diperlukan dalam dinamika kehidupan saat ini (Moniaga, dkk. 2015). Mesin pengisi otomatis berfungsi untuk menuangkan cairan yang sudah diolah ke dalam botol, yang kemudian dibawa oleh konveyor menuju mesin penutup yang secara otomatis akan menutup botol tersebut.

Dalam industri, sistem otomasi memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi biaya dan proses produksi. Selain itu, konveyor juga banyak digunakan dalam industri untuk menghemat waktu kerja. Keunggulan konveyor meliputi operasinya yang otomatis, mudah dijalankan, dan dapat beroperasi terus-menerus (Suwito, dkk. 2014). Penggunaan konveyor menjadi solusi untuk memindahkan berbagai barang dengan bentuk dan ukuran yang fleksibel. Konveyor otomatis ini dirancang untuk mempermudah pengisian minuman ke dalam botol dengan memindahkan botol ke titik yang dikendalikan oleh PLC (*Programmable Logic Controller*). Desain konveyor dilakukan dengan perhitungan yang cermat pada komponen utama, komponen pendukung, serta motor DC sebagai penggerakannya. Umumnya, mesin pengisian air otomatis terhubung dengan PLC. Sistem otomasi ini menggunakan mikrokontroler yang umum dalam dunia elektronik saat ini, dan proses produksi yang terkomputerisasi mampu memenuhi tuntutan produksi yang lebih efisien (Pujono, dkk. 2020). Penelitian ini berfokus pada penerapan teknologi pengisian botol otomatis untuk meningkatkan efisiensi sistem konveyor. Rancangan alat otomatis yang menggunakan konveyor diperlukan dalam proses produksi untuk meningkatkan efektivitas dalam waktu singkat dan dengan biaya yang rendah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di PT Tirta Investama Pabrik Mambal, yang terletak di Desa Mambal, Kecamatan Abiansemal, Kabupaten Badung. Penelitian berlangsung dari bulan Juni hingga Agustus 2024, dan fokus pada penerapan teknologi pengisian botol otomatis untuk meningkatkan efisiensi sistem konveyor udara. Berikut adalah tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini: Pertama, tahap studi literatur digunakan dalam merancang alat penutup dan penguncian tutup botol otomatis berbasis pneumatik yang dikendalikan oleh PLC. Penulis memanfaatkan kajian pustaka untuk mendapatkan data yang akurat dan mendukung proses penulisan, dengan menggunakan teori-teori dari buku panduan, jurnal ilmiah baik nasional maupun internasional, serta sumber media online. Teori yang ditekankan mencakup perancangan sistem kontrol PLC serta perancangan alat penutup dan penguncian tutup botol otomatis berbasis pneumatik. Selanjutnya, tahap perancangan alat untuk

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum inovasi ini diterapkan, mesin pengisian (*filling machine*) produk SPS terdiri dari dua ruang dan dua mesin, sehingga memerlukan "air conveyor" yang panjang dan bercabang untuk mengalirkan botol kosong dari mesin blowing ke kedua ruang pengisian SPS. Dalam kondisi tersebut, dibutuhkan 13 blower dengan kapasitas 2,2 kW untuk mendukung suplai botol kosong. Inovasi ini memperkenalkan teknologi pengisian botol otomatis (*fusion filling bottle*) yang bertujuan meningkatkan efisiensi sistem konveyor. Desain alat ini diubah dengan merancang ulang jalur pengisian (*line*) SPS, menggabungkan dua

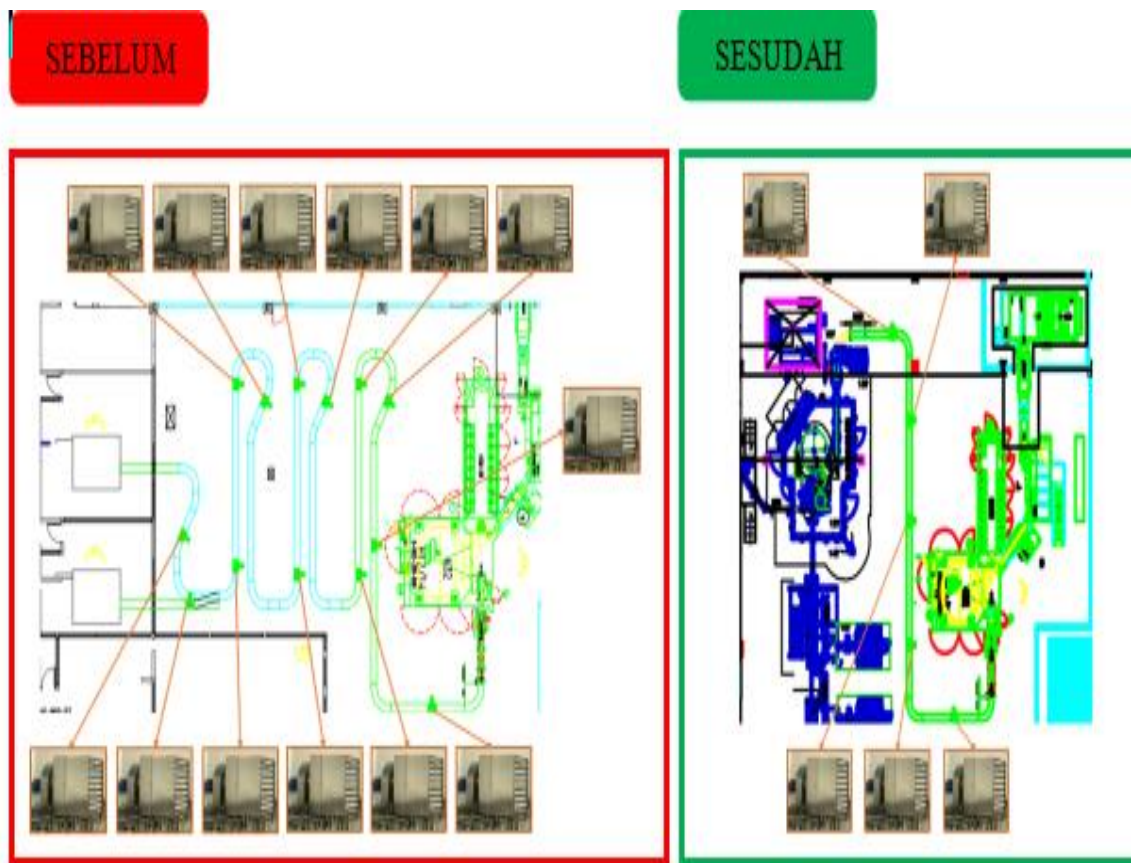
mencari model yang optimal dari sistem yang akan dibuat, dengan mempertimbangkan faktor-faktor permasalahan dan kebutuhan yang telah ditentukan. Dalam proses pengelasan rangka, penulis merancang unit rangka untuk penutup dan penguncian tutup botol otomatis berbasis pneumatik. Dilanjutkan merancang sistem software yang diperlukan untuk menjalankan sistem kontrol. Dalam tahap eksperimen melibatkan praktek langsung dan pengujian terhadap hasil pembuatan alat sebagai bagian dari tugas akhir. Terakhir, pada tahap pengujian dilakukan untuk mengumpulkan data dari berbagai komponen perangkat keras dan perangkat lunak guna memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Selain itu, pengujian juga bertujuan untuk mendapatkan hasil dan mengetahui kemampuan kerja dari sistem yang dirancang. Metode yang digunakan dalam ini meliputi beberapa prosedur yang dijadikan acuan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada, termasuk pembuatan mekanisme pergerakan konveyor.

mesin pengisian menjadi satu dan mengatur ulang tata letak ruang pengisian, sehingga kebutuhan air conveyor menjadi lebih pendek dan tidak bercabang.

Dalam perancangan ini, digunakan sensor IR FC-51 sebagai input untuk mendeteksi dan menghitung jumlah botol yang terdeteksi. Alat ini juga dilengkapi dengan *toggle switch* untuk berbagai mode operasi. Utomo, dkk (2019) menyebutkan beberapa kriteria *toggle switch sebagai berikut*. Pertama, *toggle switch relay* digunakan untuk mengatasi kesalahan booting saat mikrokontroler pertama kali dinyalakan. Kedua, *toggle switch start* digunakan untuk mengubah antara mode

standby dan mode operasi (run). Ketiga, *toggle switch mode* memungkinkan pemilihan antara mesin dalam keadaan tersambung ke internet (mode online) atau tidak tersambung (mode offline). Saat mode online, mesin terhubung ke internet, sedangkan pada mode offline, mesin tidak terhubung ke internet. Output dari sistem ini mencakup pengisian cairan secara otomatis ke dalam botol, fitur keamanan yang memastikan hanya pengguna dengan kata

sandi tertentu yang dapat memonitor sistem melalui aplikasi MQTT Panel, serta informasi status sistem yang dikirim melalui broker MQTT untuk monitoring lebih lanjut. Pada mode offline, sistem memungkinkan pemantauan melalui layar OLED, yang menampilkan data seperti produksi per menit, durasi sistem menyala, serta status sistem apakah dalam keadaan aktif atau tidak yang dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Teknologi Pengisian Botol Otomatis (*Fusion Filling Bottle*)

Berdasarkan gambar di atas, konveyor memiliki peran penting dalam perancangan mesin pengisian botol karena fungsinya sebagai alat pemindah bahan,

sehingga diperlukan perhitungan kecepatan konveyor yang stabil. Dalam perancangannya, digunakan motor DC 15 V tipe power window karena kecepatan dan

torsinya sesuai dengan kebutuhan. Setelah simulasi, massa komponen mekanisme gerak konveyor adalah 5,832 kg, dengan kapasitas maksimal botol yang dapat dibawa oleh konveyor sebesar 0,5 kg. Dalam pengujian, rata-rata produksi mesin pengisian adalah 10 botol per menit dalam 100 kali percobaan. Karena ada dua nozzle, produksi per menit dibagi dua, sehingga hasilnya adalah 5 botol per nozzle per menit. Untuk menghitung kecepatan produksi, dilakukan pembagian 60 detik dengan 5 botol per menit, menghasilkan kecepatan produksi.

Sistem pengisian untuk produk SPS terdiri dari dua ruangan dan dua mesin, sehingga memerlukan konveyor panjang dan bercabang untuk mengalirkan botol kosong dari mesin peniup ke kedua ruangan pengisian. Sistem ini memerlukan 13 blower dengan kapasitas 2,2 kW untuk memastikan pasokan botol kosong. Inovasi ini memungkinkan pengisian cairan secara otomatis dengan mikrokontroler sebagai pengendali utama. Proses pengisian otomatis menghasilkan selisih volume rata-rata 1,3 ml antara dua botol, dengan kecepatan pengisian dua botol 100 ml dalam 6,9 detik. Dalam sistem mesin filling mengirimkan data seperti menit, jumlah produksi,

produksi per menit, dan kondisi sistem. Pada penerimaan, sistem menerima data berupa kata sandi. Pengujian durasi waktu pompa air menyala bertujuan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan untuk mengisi botol 100 ml, dengan hasil tingkat keberhasilan 100% dalam 30 kali percobaan. Selain itu, pengujian keamanan juga menghasilkan tingkat keberhasilan 100% dalam 30 kali percobaan, di mana data keamanan dikirim dan diterima oleh wemos. Sistem ini menggunakan protokol MQTT untuk monitoring dan keamanan data, dengan tingkat keberhasilan mencapai 100%. Pengujian menunjukkan bahwa monitoring dapat dilakukan secara real-time, dengan selisih waktu antara kecepatan produksi 13 detik dan pengiriman data 2 detik, yang membuktikan bahwa sistem berjalan real-time. Dari pengujian keseluruhan sistem, terlihat bahwa sistem berfungsi sesuai dengan program yang dirancang. Heryana, dkk (2020), menyebutkan bahwa pengujian juga memerlukan bantuan operator untuk menjalankan mesin dan mengawasi apabila terjadi masalah. Pengujian yang memerlukan koneksi internet dilakukan menggunakan jaringan internet pribadi dengan kecepatan minimal bandwidth 50 Mbps.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa poin penting sebagai berikut:

1. Sistem pengisian pada produk SPS terdiri dari dua ruangan dan dua mesin, sehingga memerlukan konveyor yang panjang dan bercabang untuk mengalirkan botol kosong dari mesin peniup ke kedua ruangan pengisian.

Sistem ini membutuhkan 13 blower dengan kapasitas 2,2 kW untuk memastikan pasokan botol kosong tetap terjaga. Inovasi ini memungkinkan pengisian cairan secara otomatis ke dalam botol, dengan mikrokontroler sebagai pengendali utama. Proses pengisian otomatis menghasilkan selisih rata-rata volume cairan pada dua botol sebesar 1,3 ml, dengan kecepatan

pengisian dua botol berkapasitas 100 ml dalam waktu 6,9 detik.

2. Sistem yang dirancang dapat menggunakan protokol MQTT untuk proses monitoring dan keamanan data, dengan persentase keberhasilan mencapai 100%. Pengujian menunjukkan bahwa monitoring dapat dilakukan secara real-time. Selisih waktu antara kecepatan sistem produksi selama 13 detik dan kecepatan pengiriman data selama 2 detik menunjukkan bahwa sistem bekerja secara real-time, di mana pengiriman data lebih cepat dibandingkan dengan kecepatan produksi.

Saran

Beberapa saran untuk pengembangan penelitian ini adalah:

1. Disarankan untuk mengganti mikrokontroler dengan PLC guna memperoleh sistem yang lebih stabil dan tahan dalam kondisi ekstrem. PLC juga memiliki lebih banyak I/O yang dapat mendukung lebih banyak perangkat, sehingga sistem dapat bekerja dengan lebih baik dan mencapai kecepatan produksi yang lebih tinggi.
2. Perusahaan diharapkan menggunakan mekanisme program multitasking yang dapat mengatasi masalah jika terjadi kehilangan koneksi internet saat berjalan dalam mode online, sehingga sistem tidak mengalami gangguan (*stuck*).

DAFTAR PUSTAKA

Arijaya, N. 2019. Rancang Bangun Alat Konveyor Untuk Sistem Soltir Barang Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno.

Jurnal Resist (Rekayasa Sistem Komputer), 2(2), 126-135.

Erinopriadi, Kevin, A., Hendra S. 2015. Perancangan Roda Gigi Lurus, Roda Gigi Miring Dan Roda Gigi Kerucut Lurus Berbasis Program Komputasi. *Jurnal Mechanical*, 4 (1): 16-21.

Hariyadi, Kurniawan D. 2019. Perencanaan Belt Conveyor System Sebagai AlatAngkut Box Kapasitas 36 Ton/Jam Dengan Panjang Horisontal 18 M Di Pt. Karunia Alam Segar. *Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknologi*, 8 (2), 22-29.

Heryana, Saepudin, Ciswanto, A. 2020. Belt Conveyor Design for Printing Barcode Scanner Mechanism. *Jurnal. Teknologi*, 10 (1), 12-20.

Moniaga R, Mamahit D, and Tulung M. 2015. Rancang Bangun Alat Penyaji Air Otomatis Menggunakan Sensor Jarak Dengan Keluaran LCD. *Jurnal Elektro dan Komputer*. 4 (6): 25-34.

Parinduri, Nurhabibah S. 2019. Perangkaian Gerbang Logika Dengan Menggunakan Matlab (Simulink). *JURTEKSI (Jurnal Teknologi. dan Sistem Informasi)*, 5 (1), 63-70.

Pujono, A. Setiawan, and Prabowo D. 2020. Rancang Bangun Mekanisme Pergerakan Conveyor Pada Mesin Sortir Sampah Kaleng dan Botol Plastik. *Jurnal Teknologi Mesin Politeknik Negeri Cilacap*, 6 (1), 1–13.

Pramudita, S., Irawan J., 2022. Rancang Bangun Chain Conveyor Untuk Komponen Knuckle Steering D74 Di Pt Inti Ganda Perdana. *Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional*, 10 (3) 287-294.

Suwito, M. Rif'an P, Siwindarto. 2014. Pengaturan Posisi Piston Silinder Pneumatic Pada Lengan Robot Krai. *Jurnal Teknologi Elektro Universitas Brawijaya*, 2 (1), 33-41.

Utomo, S., Winarso, Qomaruddin, 2019. Rancang Bangun Conveyor Mesin

Planer Kayu Dengan Sistem Penggerak
Motor Stepper. *Journal Crankshaft*, 2
(1), 43-48.