

Perancangan dan Pembuatan Mesin Penyemprot Desinfektan Otomatis

Ninuk Jonoaji^{1*}, Dylan James Widjaya²

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236, Indonesia

* Penulis korespondensi; E-mail: ninukj@petra.ac.id

ABSTRAK

Pandemi virus COVID-19, merupakan permasalahan yang cukup besar dan terasa dampaknya secara global. Virus yang menyebar melalui kontak fisik maupun droplets di udara ini menyebabkan banyak aktivitas menjadi terganggu. Untuk mencegah penyebaran dari virus yang mematikan ini, berbagai cara dilakukan, salah satunya adalah penggunaan cairan desinfektan untuk melakukan disinfeksi pada permukaan benda yang terkontaminasi. Pengaplikasian cairan desinfektan secara manual tentu merepotkan dan tidak efisien. Oleh karena itu, rancangan sebuah mesin yang dapat membantu pengaplikasian cairan desinfektan pada benda mati sangat berguna untuk membantu aktivitas masyarakat, khususnya pada lingkup rumah tangga. Perancangan mesin desinfektan otomatis ini memerlukan sebuah sistem konveyor yang dapat melakukan item handling dari satu titik ke titik lainnya, melewati sebuah area penyemprotan. Untuk mendapatkan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk membuat mesin desinfektan otomatis ini, diperlukan perhitungan menggunakan ilmu statika struktur untuk menghitung kebutuhan torsi, serta ilmu otomasi untuk membantu pengendalian mesin desinfektan otomatis menggunakan Arduino.

Kata kunci: Mesin desinfektan; otomasi; konveyor; covid-19; Arduino.

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic is a significant problem, and its impact is felt globally. The virus that spreads through physical contact or droplets in the air causes many activities to be disrupted. In the spread of this deadly virus, various methods are used as a disinfectant liquid to disinfect the surface of contaminated objects. Manually applying disinfectant is undoubtedly inconvenient and inefficient. Therefore, the design of a machine that can assist the application of disinfectant liquid on inanimate objects is beneficial to help community activities, especially in the household sphere. This automatic disinfectant machine requires a conveyor system that can carry out item handling from one point to another, passing through a spraying area. The tools and materials needed to make this automatic disinfectant machine, calculations are required using structural statics science to calculate torque requirements, and automation science to help control automatic disinfectant machines using Arduino.

Keywords: Disinfectan Machine, Automation, Conveyor, Covid-19, Arduino.

PENDAHULUAN

Virus COVID-19 adalah virus yang menyerang sistem pernapasan manusia, dan menjadi pandemic secara global terhitung sejak tahun 2020. Penyebaran virus yang cepat adalah salah satu factor sulitnya melakukan pencegahan penyebaran tanpa melakukan protokol yang tepat. Salah satu metode penyebaran virus yang seringkali terjadi adalah melalui kontak terhadap barang/permukaan yang telah terkontaminasi droplets/cairan pernapasan dari penderita COVID-19 itu sendiri.

Menggunakan pemahaman tersebut, maka timbul kebutuhan terhadap sebuah mesin yang dapat melakukan proses disinfeksi pada benda yang rawan menjadi media penyebaran virus, secara otomatis, sehingga efektif untuk digunakan pada aktivitas sehari-hari. Tentunya mesin yang dirancang, juga harus mempertimbangkan faktor keamanan, efisiensi dan tingkat kepraktisan penggunaan. Manfaat yang dihasilkan dari adanya perancangan mesin ini sendiri yaitu mempermudah aktivitas disinfeksi dengan skala rumah tangga, dengan menggantikan proses disinfeksi manual. Teknologi

terdahulu yang sudah ada menggunakan sinar UV-C sebagai metode disinfeksi, hal ini dapat menimbulkan resiko bila terpapar pada manusia secara terus menerus, serta kerusakan pada material tertentu. Oleh karena itu, mesin desinfektan otomatis yang dirancang menggunakan sistem penyemprotan desinfektan cair. Batasan dari perancangan mesin, antara lain yaitu material benda yang didisinfeksi harus tahan air, jenis desinfektan yang digunakan adalah desinfektan cair, kapasitas dan dimensi mesin dibatasi pada skala rumah tangga, dan juga pembuatan mesin desinfektan otomatis ini menggunakan skala 1 : 1 dengan alat & bahan yang telah ditentukan. Pada dasarnya, prinsip kerja mesin desinfektan otomatis menggunakan bantuan sistem konveyor dan misting, sebagai metode pemindahan dan disinfeksi barang.

Salah satu upaya untuk mengurangi sebaran virus COVID-19 dengan cara menyemprot desinfektan berdasarkan Krisnawati dan Suryana [1]. Oleh karena itu peneliti ini memberikan informasi tentang proses pembuatan gas desinfektan. Larasati dan Haribowo [2] menjelaskan dampak penggunaan beberapa jenis antiseptik dan desinfektan. Hasil kajian tersebut menyatakan bahwa antiseptik dan desinfektan dapat mengurangi penularan COVID-19. Dampak desinfektan yang menyebabkan iritasi pada kulit manusia diperlukan penyemprotan otomatis.

Salah satunya Liem dkk [3] membuat prototipe penyemprotan desinfektan otomatis untuk ruangan perkuliahan. Dimana kamera untuk memonitoring suhu tubuh manusia yang berada di dalam ruangan. Perangkat ini diletakan pintu masuk ruangan dengan modul wifie SP8266. Oleh karena itu program otomotif ingin mengaplikasi sistem penyemprotan desinfektan otomatis dengan penambahan conveyor sebagai beban yang terus menerus.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah dengan mengumpulkan data terkait dengan kebutuhan terhadap mesin desinfektan. Lalu selanjutnya adalah melakukan studi literatur melalui desain mesin desinfektan yang sudah ada, jurnal, maupun handbook yang ada. Dilanjutkan dengan melakukan perancangan dan perhitungan desain untuk penyemprotan. Jurnal Mahasiswa Prodi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra, Surabaya desinfektan. Kemudian dilakukan pemilihan alat dan bahan yang akan digunakan. Setelah alat dan bahan ditentukan, kemudian dilakukan percobaan menggunakan alat dan bahan tersebut.

Pada tahapan ini, bila ditemukan ketidaksesuaian terhadap alat dan bahan yang digunakan, maka proses akan dikembalikan ke tahapan perancangan dan perhitungan desain. Ketika seluruh proses percobaan telah memberikan hasil yang diinginkan, kemudian dilakukan proses pembuatan

gambar teknik. Hal ini bertujuan untuk mempermudah proses pembuatan mesin desinfektan otomatis. Setelah gambar teknik selesai dibuat, kemudian dilakukan pembuatan konveyor, misting system, dan rangka utama. Pada proses ini, dilakukan konstruksi sebagaimana mesin desinfektan otomatis telah dirancang. Ketika proses konstruksi mesin desinfektan otomatis selesai, kemudian dilakukan analisa dan pengambilan kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan meliputi pen Barang yang akan dilakukan proses disinfeksi adalah kemasan paket tahan air dengan Batasan dimensi minimal 10 mm x 10 mm x 10 mm (p x l x t) tanpa berat minimum. Sedangkan untuk batasan dimensi maksimal adalah 350 mm x 420 mm x 220 mm dengan berat maksimal 5 kg. Untuk mendapatkan dimensi konveyor yang ideal, ditambahkan 20 mm pada setiap sisi penempatan barang agar terhindar dari kegagalan proses disinfeksi. Hasil dimensi konveyor yang didapat adalah 960 mm x 460 mm x 370 mm. Tahap selanjutnya adalah menentukan dimensi roller yang dibutuhkan.

Dengan lebar konveyor sebesar 460 mm, maka untuk mencegah terjadinya slip atau konveyor terlepas dari roller maka dilakukan penambahan 20 mm pada masing-masing sisi, sehingga panjang roller minimal adalah 500 mm. Dari hasil pencarian terhadap roller yang sesuai dengan kebutuhan didapat roller dengan jenis gravity roller dengan bahan galvanized pipe dengan panjang 500 mm. Dengan poros, roller ini mempunyai panjang total 540 mm.

Diameter dari roller adalah 12 mm. Untuk mendukung pengaplikasian roller pada sistem konveyor, diperlukan adanya penggunaan bearing block. Bearing block mempunyai fungsi untuk menahan poros roller agar berfungsi dengan baik. Bearing block ini juga berfungsi untuk menempatkan roller pada rangka utama dari mesin desinfektan otomatis, sehingga roller dapat dibongkar-pasang bila diperlukan. Bearing block yang digunakan mempunyai diameter dalam sebesar 12 mm, agar dapat menopang roller dengan baik.



Gambar 1. Gravity roller dan bearing block yang digunakan

Setelah menentukan roller serta bearing block yang digunakan, maka langkah selanjutnya adalah menghitung dimensi dan menentukan material dari rangka mesin desinfektan otomatis. Rangka utama berfungsi sebagai wadah sekaligus penopang utama dari konveyor dan misting system secara seutuhnya. Rangka utama dirancang melalui sketsa terlebih dahulu agar memudahkan perhitungan. Untuk menghitung dimensi rangka yang dibutuhkan, maka diperlukan hasil perhitungan dimensi roller dan kapasitas ruang disinfeksi yang dibutuhkan. Agar proses pemuatan barang dapat dilakukan secara seksama, maka panjang rangka harus 40 mm lebih panjang dari total panjang konveyor (960 mm), sehingga panjang rangka total adalah 1000 mm. Lalu untuk mengetahui lebar rangka minimal yang dibutuhkan, dilakukan perhitungan sebagai berikut; (panjang roller tanpa shaft) + (lebar bearing block tiap sisi) = 500 mm + (16 mm x 2) = 500 + 32 mm = 532 mm. Sedangkan untuk menghitung ketinggian rangka mesin desinfektan otomatis, diperlukan perhitungan jarak ketinggian penyemprotan nozzle dari permukaan konveyor. Maka, tinggi minimal rangka = (ketinggian penempatan nozzle) + (tinggi bagian atas konveyor hingga dasar) = 370 + 90 mm = 430 mm. Untuk menempatkan nozzle yang merupakan bagian dari misting system diperlukan adanya rangka tambahan. Rangka ini berbentuk gawang yang melingkari area sistem konveyor. Material yang digunakan untuk rangka utama mesin desinfektan otomatis adalah baja siku struktural dengan dimensi 40 x 40 mm. Baja struktural dipilih karena memiliki tingkat kekerasan sebesar 149–267 kg, sehingga mampu untuk menopang sistem secara keseluruhan. Sedangkan untuk rangka penopang misting system, material yang digunakan adalah aluminium kanal-U dengan dimensi 25 mm x 13 mm, yang dapat mempermudah penempatan selang dan nozzle untuk distribusi desinfektan cair. Jenis nozzle yang digunakan adalah Nozzle 0.3 mm dengan material stainless steel dan keramik. Nozzle ini memiliki derajat penyemprotan sebesar 70° dengan pola penyemprotan fine misting.

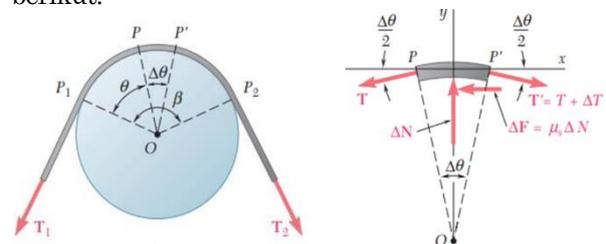
Nozzle ini dipilih dengan alasan ketersediaan di pasaran yang cukup banyak, serta jenis hasil penyemprotan yang sesuai dengan kebutuhan. Dengan menggunakan nozzle fine misting, hasil penyemprotan cairan desinfektan dapat merata pada permukaan benda dengan tingkat kebasahan yang cukup. Nozzle ini mempunyai jenis konektor slip-lock dimana nozzle hanya perlu ditekan saja pada lubang yang ada untuk pemasangan dan pelepasan. Untuk melakukan penyemprotan desinfektan secara menyeluruh pada permukaan benda, maka dibutuhkan 2 buah nozzle pada masing-masing sisi. Nozzle ini didukung dengan pompa untuk mendistribusikan cairan desinfektan. Jenis pompa yang digunakan adalah pompa micro diaphragm dengan spesifikasi 12 V dan tekanan 0.6 Mpa atau 6 bar. Spesifikasi

pompa ini sesuai dengan kebutuhan nozzle yang digunakan. Setelah itu dilakukan perancangan sistem konveyor. Untuk dapat melakukan penyemprotan desinfektan pada sisi bagian bawah dari benda, maka diperlukan jenis konveyor yang berlubang / berongga agar nozzle dapat ditempatkan di bawah benda. Pada umumnya, konveyor berongga menggunakan bahan wire mesh teflon. Bahan ini mempunyai harga yang cukup mahal, sehingga dilakukan pencarian bahan alternatif yang lebih ekonomis. Bahan untuk konveyor yang dipilih adalah Polyvinyl chloride (PVC) anti-slip mat.



Gambar 2. Polyvinyl chloride (PVC) anti-slip mat yang digunakan sebagai material konveyor

Sistem konveyor pada mesin desinfektan ini digerakkan oleh sebuah motor DC dengan gearbox yang dipasang pada salah satu roller. Dengan menggunakan sambungan direct drive, tidak perlu memberikan pulley tambahan untuk menggerakkan roller tersebut. Roller lain yang terdapat pada sistem hanya berperan sebagai penyangga saja, dan mengikuti putaran driver roller [1]. Untuk menentukan spesifikasi motor yang digunakan, maka dilakukan perhitungan menggunakan rumus friksi flat-belt [2] dan friksi beban pada konveyor [3]. Kedua hasil perhitungan friksi kemudian dijumlah untuk menentukan torsi yang dibutuhkan agar sistem konveyor dapat bergerak dengan baik. Untuk melakukan perhitungan terhadap gaya gesek yang terjadi pada konveyor dan roller maka digunakan sebuah diagram benda bebas (Free Body Diagram) sebagai berikut:



Gambar 3. Freebody diagram dari gaya yang terjadi antara roller dan konveyor

Hasil penyelesaian dan substitusi dari kesetimbangan gaya yang terjadi pada FBD tersebut menghasilkan persamaan berikut:

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu_s \beta}$$

T_2 merupakan maximum allowable tension dari konveyor, e merupakan konstanta, μ_s merupakan

koefisien gesek material konveyor dan roller dan β merupakan derajat kontak dari konveyor dan roller. Koefisien gesek yang digunakan adalah 0.35, mengacu pada koefisien gesek Polyvinyl chloride terhadap besi. Dari perhitungan tersebut, didapat nilai T_1 adalah 1.497 lbs. Nilai T_1 kemudian diaplikasikan pada perhitungan torsi yang terjadi pada konveyor:

$$\sum M_A = 0$$

$$M_A - (4.49lb)(1.97) + (1.497lb)(1.97in) = 0$$

$$M_A = 8.857 + 2.949 = 5.908 \text{ lb. in} = 0.6675 \text{ N. m}$$

Sedangkan untuk gesekan yang terjadi antara benda dan konveyor, digunakan rumus T load.

$$T_{load} = \frac{1}{2} D(F + \mu M g)$$

Dimana Tload adalah torsi yang dibutuhkan untuk memutar konveyor, D adalah diameter dari roller, F adalah gaya dari luar, μ adalah koefisien gesek antara material benda dan konveyor, M adalah massa benda yang didisinfeksi dan g adalah percepatan gravitasi.

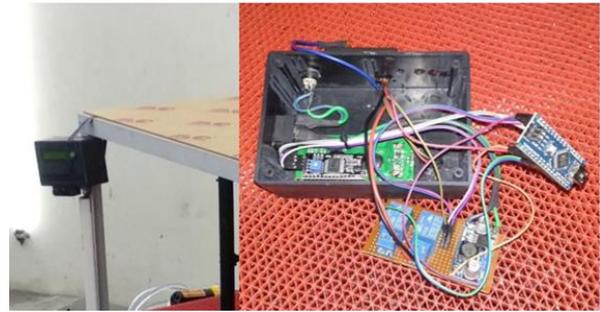
$$T_{load} = \frac{1}{2} 0.05(0.3 \times 5 \times 9.81)$$

$$T_{load} = 0.025(17.715)$$

$$T_{load} = 0.367875 \text{ N. m}$$

Maka untuk menentukan torsi motor yang dapat digunakan pada sistem konveyor, kedua hasil perhitungan tersebut dijumlahkan. $T_{load} + M_A = 0.367875 \text{ Nm} + 0.6675 \text{ Nm} = 1.035375 \text{ Nm}$. Maka torsi minimal yang dihasilkan oleh motor adalah 1.035375 Nm. Untuk itu digunakan motor DC 10 RPM dengan gearbox dengan tipe ZGY370 dengan torsi 12 Kg.cm. Motor ini memiliki diameter poros sebesar 6 mm, sehingga pada roller driver perlu dibuatkan sebuah coupling system dengan menggunakan coupler atau langsung melakukan drilling pada poros roller tersebut.

Untuk melakukan otomatisasi proses disinfeksi, maka mesin desinfektan otomatis ini juga dilengkapi dengan controller yang berfungsi untuk mengontrol seluruh kerja proses disinfeksi. Sistem pengontrol ini bertujuan untuk mengendalikan aktivasi pompa dan motor DC penggerak konveyor secara otomatis. Sistem pengontrol ini menggunakan Arduino Nano yang memiliki 22 pin dengan konfigurasi 12 pin digital (D2-13) dan 8 pin analog (A0-7). Untuk mendukung proses otomatisasi, sistem pengontrol juga dilengkapi dengan dua buah sensor infra-merah (IR Sensors) yang bertugas untuk mendeteksi ada/tidaknya barang pada area masuk barang. Untuk mendukung kinerja mesin desinfektan otomatis, sistem pengontrol juga dilengkapi dengan item counter dan emergency stop button.



Gambar 4. Sistem pengontrol yang menggunakan Arduino Nano

Untuk menghindari adanya cairan desinfektan yang menyebar keluar dari mesin desinfektan otomatis, maka area penyemprotan ditutup menggunakan lapisan akrilik pada masing – masing sisinya dengan ketebalan 3 mm. Pemasangan akrilik ini menggunakan joining method berupa baut dan mur pada 3 sisi area penyemprotan, sedangkan sisi depan mesin menggunakan engsel agar akrilik dapat dibuka bila diperlukan akses untuk proses perawatan / penggantian bagian dari mesin. Hasil rancangan dan pembuatan dapat dilihat pada gambar 5, dimana seluruh proses konstruksi telah selesai dengan mengacu pada gambar teknik yang sudah dibuat.

Untuk menghindari adanya cairan desinfektan yang menyebar keluar dari mesin desinfektan otomatis, maka area penyemprotan ditutup menggunakan lapisan akrilik pada masing–masing sisinya dengan ketebalan 3 mm. Pemasangan akrilik ini menggunakan joining method berupa baut dan mur pada 3 sisi area penyemprotan, sedangkan sisi depan mesin menggunakan engsel agar akrilik dapat dibuka bila diperlukan akses untuk proses perawatan / penggantian bagian dari mesin. Hasil rancangan dan pembuatan dapat dilihat pada gambar 5, dimana seluruh proses konstruksi telah selesai dengan mengacu pada gambar teknik yang sudah dibuat.



Gambar 5. Hasil rancangan mesin desinfektan otomatis.

Setelah konstruksi dari hasil rancangan selesai, maka dilakukan percobaan untuk mengetahui hasil penyemprotan desinfektan. Percobaan ini menggunakan benda berupa kotak dengan kardus yang berubah warna bila terkena air/basah, sehingga area

yang terkena cairan desinfektan dapat diidentifikasi dengan warna yang lebih gelap. Kardus ini memiliki dimensi (p x l x t) 200 x 150 x 80 mm.



Gambar 6. Kardus objek pengamatan percobaan. (Atas: sebelum dilakukan penyemprotan, Bawah: setelah dilakukan penyemprotan).

KESIMPULAN

Sistem penyemprotan otomatis ini telah berjalan dengan baik pada objek 200 x 150 x 80 mm. Hal ini ini ditunjukkan dengan permukaan basah objek yang rata.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Krisnawati, L., & Suryana, A. K. H., 2021, *Penyemprotan Desinfektan Sebagai Tindakan Preventif Terhadap Penularan Virus Covid-19 Di Dusun Genting, Cepogoboyolali*, Intelektiva : Jurnal Ekonomi, Sosial & Humaniora Vol 2, No.9.
- [2]. Larasati, A. L., & Haribowo, C., 2020, *Penggunaan Desinfektan dan Antiseptik pada Pencegahan Penularan Covid-19 di Masyarakat*, Majalah Farmasetika 5(3), p-137-145.
- [3]. Liem, S. M., Kaonang, H., Turandan, M. I. L., Lisangan, E. A., 2021, *Prototipe Sistem Penyemprotan Desinfektan Otomatis untuk Kenyamanan Perkuliahan Era New Normal*, Prosiding Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan X.
- [4]. McGuire, P. M., 2010, *Conveyors application, selection and integration*. CRC Press.
- [5]. Beer, F. P., Jonston, E. R., Mazurek, D. F., Eisenberg E. R., 2010, *Vector mechanics for engineers: statics*, McGraw-Hill, p.449-453.
- [6]. Repanich, N., 2016, *Introduction to motor sizing*, Department of Mechanical and Mechatronic Engineering and Sustainable Manufacturing California State University, p. 12-13.