

REDESIGN PENYEMPROT DESINFEKTAN DENGAN METODE *DESIGN FOR ASSEMBLY*

Nanang Teguh Wijaya¹⁾, dan Dira Ernawati²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik,
Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Surabaya,
Jl. Rungkut Madya, Gunung Anyar, Kec. Gunung Anyar, Kota Surabaya, Jawa Timur, Indonesia.
e-mail: nanangteguh67@gmail.com¹⁾, diraernawati@gmail.com²⁾

ABSTRAK

Desain produk merupakan fase awal dari proses produksi. Besarnya biaya produksi suatu produk sangat bergantung pada desain dari produk tersebut. Banyaknya komponen suatu produk serta perakitan komponen tersebut mempengaruhi besarnya komponen biaya dan durasi proses perakitan. Suatu produk terdiri dari beberapa komponen penyusun. Pada masa pandemic Covid 19 saat ini, alat penyemprot desinfektan banyak kita temui di hampir semua perusahaan. Pada penelitian ini, akan dilakukan pengembangan alat penyemprot desinfektan yang dilengkapi dengan sensor gerak menggunakan metode Design for assembly. Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah biaya pembuatan alat ini yang lebih terjangkau dari pada produk sebelumnya dengan selisih harga Rp. 627.000,00. Selain hal tersebut, produk yang dihasilkan dari penelitian ini juga memiliki keunggulan lain diantaranya, produk ini dilengkapi dengan adanya sensor gerak untuk dapat mendeteksi pergerakan orang yang keluar masuk serta dilengkapi juga dengan sensor suhu yang disambungkan dengan handphone.

Kata Kunci: Alat Penyemprot Desinfektan, Sensor gerak dan suhu, Design for assembly

ABSTRACT

Product design is the initial phase of the production process. The amount of the production cost of a product depends on the design of the product. The number of components of a product and the assembly of these components affects the amount of assembly costs and the length of the assembly process. A product consists of several constituent components. In the current Covid 19 pan-demic period, we can find many disinfectant spraying equipment in almost all companies. In this research, will be carried out the development of a disinfectant sprayer equipped with a motion sensor using the Design for assembly method. The conclusion from this research is that the cost of making this tool is relatively cheap compared to the previous product with a price difference of Rp. 627,000.00. In addition to this, the products produced from this study also have other advantages including, this product is equipped with a motion sensor to be able to detect the movement of people in and out and is also equipped with a temperature sensor that is connected to a cellphone.

Keywords: Disinfectant Spray, Motion and temperature sensor, Design for assembly

I. PENDAHULUAN

Desain produk merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi keputusan pembelian suatu produk oleh konsumen (Nathanael, 2020). Desain produk juga yang nantinya menentukan jumlah komponen penyusun suatu produk. Komponen penyusun produk dibagi menjadi tiga bagian, Bagian yang pertama terdiri atas bentuk dasar, ukuran serta tujuan. Bagian kedua terdiri atas spesifikasi, bahan kemasan, kualitas, harga, nama serta jenis produk, sedangkan bagian terakhir merupakan bagian pendukung produk.

Alat penyemprot desinfektan merupakan sebuah alat yang berfungsi memutus rantai penyebaran virus corona agar lebih maksimal. Sebenarnya penelitian serupa sudah pernah dilakukan oleh Trisetiyanto (2020) yang menggunakan sensor ultrasonic untuk mendeteksi objek. Sedangkan pada desain alat penyemprot desinfektan yang dirancang ini ditambahkan sensor gerak yang bertujuan untuk memerintahkan pompa penyemprot menyemprotkan cairan desinfektan secara otomatis.

Dalam perancangan alat penyemprot desinfektan ini digunakan metode *Design for assembly* (DFA). DFA merupakan suatu pendekatan dalam design produk yang bertujuan untuk meminimasi jumlah part penyusun suatu produk dengan tujuan dapat mengurangi aktivitas assembly sehingga biaya manufaktur dapat ditekan (Murali et al., 2017). Metode ini telah banyak digunakan pada penelitian sebelumnya dan terbukti dapat meminimalkan total biaya manufaktur dari suatu produk. Penelitian sebelumnya yang telah menggunakan metode DFA diantaranya Tjaja dan Astomo (2017) yang menggunakan metode DFA untuk mengusulkan perbaikan produk smart light, Hafizh (2017) menggunakan metode DFA untuk mendesain *safety flexible gravity roller conveyor*, Setiawan (2018) menggunakan metode DFA untuk melakukan perancangan ulang kompor gas dua tungku, Septyan (2019) menggunakan metode DFA untuk merancang simulator pembelajaran mata kuliah, Lutfansa dan Suryadi (2020) menggunakan metode DFA untuk merancang alat penanam benih jagung, Muchlis et al. (2021) menggunakan metode DFA untuk membuat rancang bangun mesin CNC, serta Rahman et al. (2021) menggunakan metode yang sama untuk melakukan perancangan alat pencetak briket tempurung kelapa.

Pada produk sejenis yang telah dikembangkan sebelumnya, tidak terdapat sensor gerak. Sehingga diperlukan petugas untuk menjaga alat penyemprot tersebut. Dan hal tersebut kurang efisien. Dalam perancangan alat penyemprot desinfektan ini, yang perlu ditekankan adalah pada penambahan sensor gerak dan suhu sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal untuk mengurangi penyebaran virus. Selain itu juga alat hasil pengembangan ini juga lebih efisien dalam pengoperasiannya karena tidak perlu dijaga 24 jam.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Perancangan Produk

Menurut Nastiti dan Ulrich dalam Nainggolan et al. (2020) Produk merupakan hasil dari suatu proses produksi yang memiliki sifat fisik serta sifat kimia tertentu yang nantinya ditawarkan kepada konsumen. Sedangkan pengembangan produk merupakan suatu kegiatan atau aktifitas yang dilakukan dalam menghadapi kemungkinan perubahan suatu produk kearah yang lebih baik, sehingga dapat memberikan daya guna maupun daya pemuas yang lebih besar (Saribu dan Maranatha, 2020) Ada beberapa tipe pengembangan produk Nainggolan et al. (2020):

a. Up grade

Pengembangan produk dengan meningkatkan kemampuan yang disesuaikan dengan preferensi pasar.

b. Penambahan

Seringnya, produk yang dijual oleh produsen merupakan produk dengan teknologi

dasar yang masih dapat direproduksi lagi hingga sesuai dengan keinginan pasar.

c. Adaptasi

Beberapa konsumen menyukai karakteristik suatu produk yang tahan lama serta dapat digunakan pada beberapa kondisi yang berbeda.

B. *Pengembangan Produk*

Pengembangan produk merupakan suatu yang menjadi focus utama perusahaan yang ingin tetap dapat bertahan terhadap persaingan pasar. Persaingan akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah perusahaan baru yang berdiri. Selain dari itu, peluncuran produk baru merupakan suatu tanda keberhasilan perusahaan dalam usaha untuk meningkatkan penjualan. Melalui pengembangan produk, peluang dari perusahaan untuk menambah *customer* juga akan semakin besar yang pada akhirnya membuat perusahaan tersebut tetap berdiri (Saufik, 2017).

Suatu perusahaan dikatakan mampu bersaing dengan perusahaan lainnya jika dapat memenuhi keinginan konsumen. Dalam hal ini, perusahaan harus dapat menjawab keinginan dan kebutuhan pasar dengan memproduksi produk yang memiliki kualitas yang diinginkan pasar (Wiguna, 2018). Kualitas yang awalnya hanya berbicara hanya dari sisi spesifikasi dari desain teknik saat ini berubah menjadi pemenuhan terhadap aspirasi pasar.

Desain produk sendiri adalah suatu aktivitas penemuan ide baru baik pada produk maupun layanan yang nantinya dapat dikomersialkan.

C. *Inovasi*

Inovasi merupakan suatu usaha untuk mempertahankan suatu produk agar tetap diminati oleh pembeli dengan menerapkan kreativitas dan inovasi pada produk tersebut (Ilham, 2017). Inovasi juga dapat didefinisikan sebagai suatu perubahan atau ide baru dengan memanfaatkan data yang saling berkaitan serta mempengaruhi *input* dan *output* (Husna, 2020).

D. *Konsep Produk desain Yang berhasil*

Produk baru dikatakan berhasil jika diminati dapat bersaing dengan produk sejenis, yang dapat ditunjukkan melalui kualitas serta harga yang mampu bersaing. Dalam pembuatan suatu produk yang berhasil diperlukan strategi yang terarah. Dalam aktualisasi konsep desain, berikut ini adalah beberapa aktivitas yang dapat dilakukan oleh perusahaan (Nainggolan et al., 2020):

- Proses penemuan Ide baru
- Sintesis ide
- Pembuatan detail Perencanaan
- Proses Produksi yang baik
- Pemasaran produk

Pengembangan suatu produk dapat dikatakan sukses jika dapat diproduksi secara massal dengan biaya produksi yang efisien.

E. *Design For Manufacture and Assembly (DFMA)*

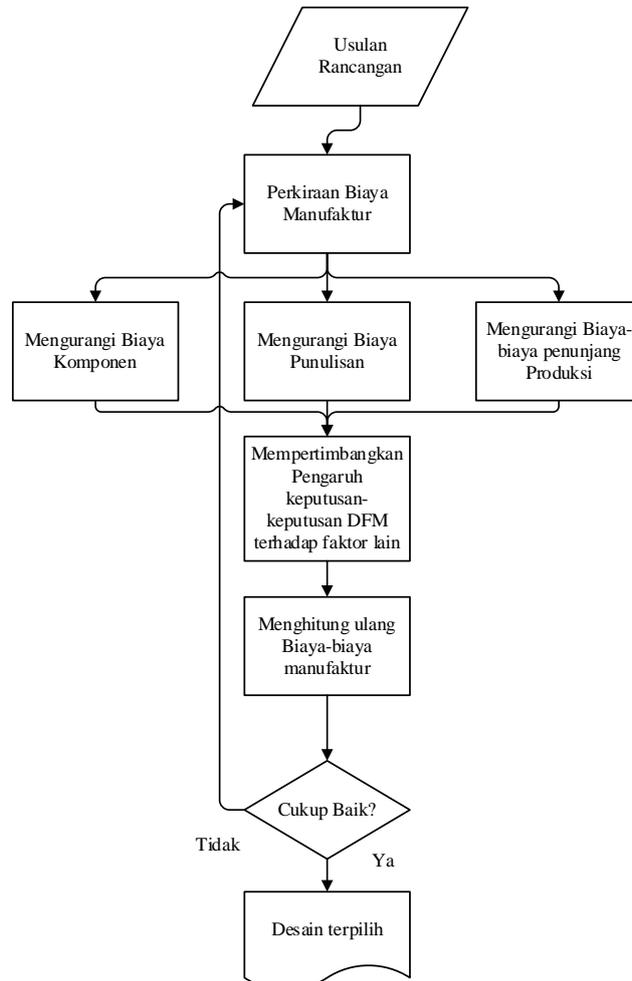
DFMA merupakan suatu perancangan ulang yang disertai dengan analisis suatu produk maupun konsep agar lebih mudah diproduksi serta memiliki biaya manufaktur yang murah (Murali et al., 2017). *DFMA* merupakan gabungan antara *design for manufacture* dan *Design for assembly* (Luqyana et al., 2019). *DFMA* merupakan aktivitas yang dilakukan berulang-ulang (Gibson et al., 2021) bertujuan untuk meningkatkan desain proses suatu produk (Hamzah et al., 2018). Salah satu syarat dari design produk adalah produk harus mudah difabrikasi (Ilham dan Haripriadi, 2019).

F. *Design For Manufacture yang berhasil*

DFM dapat dikatakan berhasil jika dapat menekan biaya manufaktur semaksimal mungkin tanpa harus mengurangi kualitas dari suatu produk. Terdapat lima tujuan dari

Metode DFM diantaranya (Nainggolan et al., 2020):

- Mempertimbangkan komponen biaya manufaktur
- Dapat menekan jumlah komponen
- Dapat menekan waktu proses perakitan
- Dapat menekan biaya *overhead*



Gambar1. Metode DFM

Biaya produksi akan membengkak jika terlalu sering dilakukan perbaikan pada produk akhir. Berikut adalah persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung efisiensi dari suatu proses perakitan produk (Boothroyd dan Dewhurst dalam Khalqih et al., 2017) :

$$\varepsilon = NM \left(\frac{ta}{TM} \right) \quad (1)$$

Penjelasan :

ε : Efisiensi Desain (indeks DFA)

NM : Jumlah minimum komponen secara teori

Ta : Durasi perakitan standar tiap komponen

TM : Total waktu perakitan produk

III. METODE PENELITIAN

Penjelasan flowchart penelitian:

1. Mulai
2. Studi lapangan
Adapun lokasi penelitian ini adalah di Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur di Bulan November 2020 hingga seluruh data yang dibutuhkan pada penelitian ini didapatkan.
3. Studi Pustaka
Bertujuan untuk menambah pemahaman dari peneliti terhadap permasalahan yang diteliti. Selain itu, studi Pustaka juga bertujuan untuk mempermudah peneliti agar dapat merumuskan masalah dari penelitian ini.
4. Perumusan Masalah
Masalah yang ingin dipecahkan adalah bagaimana melakukan pengembangan alat penyemprot desinfektan otomatis yang dapat memenuhi unsur ergonomis serta efisien dengan menggunakan metode DFA (*Design for assembly*)
5. Tujuan Penelitian
Sebagaimana rumusan permasalahan tersebut, tujuan penelitian yang dilakukan adalah untuk mengembangkan sebuah alat penyemprot desinfektan secara otomatis agar dapat meningkatkan nilai dari produk
6. Indentifikasi Variabel
Tahapan selanjutnya adalah mengidentifikasi variabel yang mempengaruhi redesain alat yang akan dibuat.
7. Pengumpulan Data Desain Produk Inovasi
Data yang digunakan pada penelitian ini antara lain: desain produk inovasi, proses-proses pembuatan produk, durasi waktu perakitan serta jumlah komponen pembentuk.
8. Pembuatan Tabel DFA serta Analisa
Pada produk inovasi, dibuat suatu table DFA beserta analisisnya.
9. Menghitung Efisiensi
Efisiensi dari produk awal dan produk inovasi dihitung dengan menggunakan persamaan 1
10. Jumlah biaya OH dan ongkos tenaga kerja
Total biaya *overhead* disini meliputi biaya listrik, biaya air serta ongkos perakitan alat hasil inovasi.
11. Analisa harga, dan efisiensi perakitan pokok produksi
Dihitung untuk mendapatkan harga, dan efisiensi dari perakitan produk inovasi
12. Desain produk diterima
Jika produk yang dikembangkan telah sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan, maka desain produk inovasi diterima
13. Hasil dan Pembahasan
Hasil yang didapatkan dari penelitian kemudian dibahas dengan detail
14. Kesimpulan dan Saran
Tahap akhir pada penelitian ini adalah dilakukan penarikan kesimpulan serta Berisi kesimpulan serta saran perbaikan untuk peneliti selanjutnya.
15. Selesai

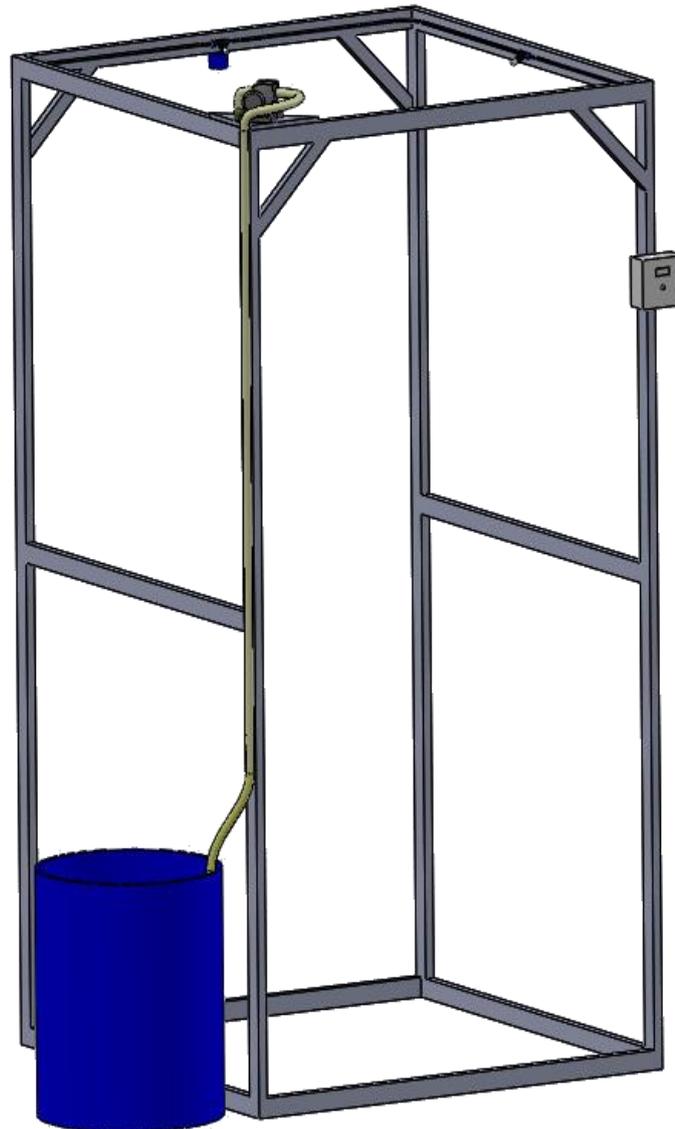
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Pengumpulan Data*

Sebelum dilakukan penghitungan, terlebih dahulu dilakukan pengambilan data berguna untuk mendapatkan data yang nantinya diperlukan dalam penelitian ini. Pada data produk awal, yang dibutuhkan antara lain: waktu perakitan, efisiensi, jumlah komponen serta harga komponen tersebut.

B. Desain alat hasil inovasi

Pada rancangan ini produk hasil pengembangan memiliki keunggulan jika dibandingkan dengan produk yang sudah ada. Keunggulan yang pertama yaitu dengan ditamapkannya sensor gerak. Tidak hanya itu, alat ini juga dilengkapi dengan sensor suhu yang akan membaca suhu tubuh setiap manusia yang memasuki alat tersebut, dan ketika ada salah satu manusia yang suhunya diatas 37 derajat maka alat ini secara otomatis akan mengirimkan notifikasi pada handphone pihak keamanan setempat untuk ditindak lanjuti.



Gambar 3. Gambar Produk Pengembangan

C. Harga Komponen Pembentuk Produk

TABEL I
HARGA MATERIAL

No	Jenis Material	Harga / Biaya (Dalam Ribuan Rupiah)
1.	Drum Air	15
2.	Besi hollow 2X4	195
3.	Plasik PVC	80
4.	Doble tape foam	20
5.	Baut 6mm panjang 5cm	5
6.	Mur 6mm	5
7.	Ring 6mm	5
8.	Baut 6mm panjang 2cm	5
9.	Sensor ultasonik	15
10.	Sensor suhu	150
11.	ESP32	50
12.	Arduino nano	40
13.	LED strip warna putih	12
14.	LED strip warna merah	12
15.	Kabel dobel 2 meter	6
16.	Socket kabel 8 pin	5
17.	Kabel type male to male	5
18.	Kabel type male to female	5
29.	Kabel type female to female	5
20.	LED 4 digit	30
21.	Box elektronik 5 x 10 x15	11
22.	Nozzle spray 0.1	28
23.	T pneumatik	20
24.	Selang pneumatik	32
25.	Converter pneumatik drat dalam	18
26.	Converter selang ke drat	15
27.	Selang benang	34
28.	Triplek dengan tebal 3 mm luas 1 m ²	50
Total		873
29.	Biaya Upah Kerja	150
30.	Overhead (listrik,air, dll)	100
Total Biaya		1.123

Sumber : Data Olahan

Berdasarkan Tabel I diatas, total biaya produk perancangan yaitu sebesar Rp. 1.123.000,00 yang terdiri dari biaya komponen penyusun produk, biaya tenaga kerja bagian perakitan, serta biaya overhead yang timbul dari proses produksi alat penyemprot desinfektan otomatis.

D. Pengisian dan Analisis Tabel DFA

Pada Tabel II terdapat 23 macam proses yang dilakukan dengan total keseluruhan 53 proses. Dari tabel tersebut didapati total keseluruhan material atau bagian komponen sebanyak 23 komponen dan total waktu perakitan dalam pembuatan alat penyemprot desinfektan 10.750 detik atau sekitar 179.17 menit.

TABEL II
DFA DAN ANALISA

No	Proses perakitan komponen	Jumlah Teoritis (NM)	Waktu (Detik)
1.	Besi Hollow panjang 200cm pada besi hollow ukuran 100cm	20	6.300
2.	Plastic PVC ke rangka	3	1800
3.	Tirai ke kerangka	2	240
4.	Nozzle sprai ke rangka	4	120
5.	Pompa air ke atas rangka	1	70
6.	Selang pnumatik ke nozzle spray	4	120
7.	Konektor T ke selang pnumatik	1	70
8.	Konektor pnumatik ke selang pompa	1	60
9.	Pompa ke selang tandon	1	60
10.	Selang ke tandon	1	60
11.	LED strip ke arduino nano	2	120
12.	Arduino nano ke ESP32	1	60
13.	Sensor ultrasonic ke ESP32	1	60
14.	Sensor suhu ke ESP32	1	60
15.	Layar LED ke ESP32	1	60
16.	ESP 32 ke box elektronik	1	60
17.	Power supply ke buck converter	1	40
18.	Power supply ke motor pompa air	1	160
19.	Sensor gerak ke komponen arduino	1	60
20.	Sensor suhu ke komponen arduino	1	60
21.	Layar LED ke komponen arduino	1	60
22.	Box elektronik ke rangka	1	150
23.	Triplek ke rangka	2	900
	Total (TM)	53	10.750

Sumber : Olahan

E. Total Overhead dan Biaya Ongkos Upah Kerja

Tabel IV berikut ini merupakan rincian komponen biaya overhead dan biaya upah tenaga kerja dalam perakitan alat penyemprot desinfektan otomatis yang dihasilkan pada penelitian ini.

TABEL IV
KOMPONEN BIAYA

No	Komponen Biaya	Biaya (Dalam Ribuan Rupiah)
a.	Kebutuhan Listrik, air, dll	150
b.	Upah Kerja	100
	Total	250

Sumber : Olahan

Berdasarkan Tabel IV diatas terdapat ada dua komponen biaya yaitu overhead dan upah perakitan produk yang dihasilkan dari inovasi yang besarnya sebesar dua ratus ribu rupiah.

F. Efisiensi Perakitan

Berikut ini adalah contoh perhitungan nilai efisiensi perakitan produk pada produk inovasi yang dihasilkan dari penelitian ini untuk mengetahui tingkat efisien perakitan produk penyemprot desinfektan. Mengacu pada persamaan (1) diatas maka didapatkan nilai efisiensi perakitan sebesar:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{3 \times NM}{TM} \\ &= \frac{3 \times 53}{179,17} \\ &= 0,8874\end{aligned}$$

Melalui perhitungan tersebut diperoleh hasil efisiensi 0,8874 yang berarti bahwa perakitan 53 part serta melalui 23 proses pada perakitannya yang memakan waktu sebesar 10.750 detik memiliki nilai efisiensi sebesar 0,8874 atau 88,74 persen.

G. Perbandingan Produk Awal Dan Produk Inovasi

Gambar 4 berikut ini adalah gambar dari produk awal dan produk inovasi penyemprot desinfektan otomatis dari penelitian ini. Dapat terlihat perbedaan yang signifikan dari kedua produk berikut.



Gambar 4. Perbedaan Produk saat ini dengan hasil pengembangan

Berdasarkan Gambar 4. diatas dapat terlihat perbedaan antara kedua produk tersebut. Produk inovasi memiliki keunggulan dari sisi adanya sensor pendeteksi gerak dan sensor pendeteksi suhu tubuh dari orang yang masuk ke dalam alat tersebut. Dengan adanya kedua tambahan kedua sensor tersebut, maka tidak perlu lagi dilakukan penjagaan 24 jam pada alat ini seperti halnya yang dilakukan saat ini.

H. Hasil dan Pembahasan

Mengacu pada analisa telah dilakukan, maka didapatkan pengembangan produk inovasi mempunyai kelebihan dalam tampilan yang menarik selain dari sisi biaya yang memang lebih murah. Selain itu produk inovasi juga mempunyai keunggulan dalam penggunaannya, jika alat penyemprot desinfektan yang awal hanya menyemprotkan cairan desinfektan saja maka produk inovasi ini dilengkapi dengan sensor gerak yang dapat membaca pergerakan di dalamnya. Jadi ketika ada yang melewati alat tersebut maka secara otomatis alat ini akan menyemprotkan cairan desinfektan. Tidak hanya itu, alat ini juga dilengkapi dengan sensor suhu yang secara otomatis akan membaca suhu tubuh setiap orang yang memasuki alat tersebut, Jika suhu dari orang yang memasuki alat ini terdeteksi suhunya diatas 37 derajat maka secara otomatis alat ini akan mengirimkan notifikasi pada handphone untuk dapat ditindak lanjuti.

Jumlah komponen pembentuk dari produk ini sebanyak 53 komponen yang membutuhkan 23 total proses perakitan dengan total waktu perakitan 10.75 detik serta efisiensi

perakitan sebesar 88.745%. Selain itu, yang diunggulkan dari produk inovasi pada penelitian ini yaitu dari sisi biaya produksi yang lebih murah jika dibandingkan dengan produk serupa yang beredar dipasaran.

V. KESIMPULAN

Produk alat penyemprot desinfektan hasil inovasi memiliki harga produksi yang lebih murah dari produk sebelumnya dengan selisih harga sebesar Rp. 627.000,00. Dari segi efisiensi perakitan design alat penyemprot desinfektan awal hanya diperoleh prosentase sebesar 66,3%. sedangkan efisiensi perakitan alat penyemprot desinfektan inovasi memiliki prosentase efisiensi perakitan yaitu 88,74 %, yang mana terdapat selisih efisiensi sekitar 22,44% terhadap produk awalnya. Perubahan yang dilakukan saat ini pada alat penyemprot deinfektan otomatis dapat memberikan keuntungan dari sisi pemilik. Yang mana sebelumnya pada alat sejenis Ketika dioperasikan membutuhkan waktu penjagaan 24 jam. Namun dengan adanya alat baru ini, kegiatan tersebut dapat dihilangkan.

PUSTAKA

- Gibson, I., Rosen, D., Stucker, B., & Khorasani, M. (2021). Design For Additive Manufacturing. *In Additive Manufacturing Technologies* (Pp. 555-607). Springer, Cham.
- Hafizh, L. (2017). *Pengembangan Detail Desain Safety Flexible Gravity Roller Conveyor Menggunakan Metode Design For Assembly (DFA)*.
- Hamzah, N. A. S., Rosli, M. F., & Effendi, M. S. M. (2018, November). Analysis On Laserjet Printer Using Design For Manufacture And Assembly. *In AIP Conference Proceedings* (Vol. 2030, No. 1, P. 020137). AIP Publishing LLC.
- Husna, NN. (2020). *Pengaruh Inovasi Produk Dan Kualitas Produk Terhadap Keputusan Pembelian Printer Merek Epson Pada Toko Dunia Komputer Banda Aceh* (Doctoral Dissertation).
- Ilham.(2017). *Penerapan DFMA Untuk Low Cost High Customization Product*, *Jurnal Teknik Industri Vol 16, No. 1 : 1 – 8*, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Ilham, J., & Haripriadi, B. D. (2019, December). EVALUASI CAIRAN PENDINGIN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES MILLING CNC ROUTER ALUMINIUM SHEET 1100. *In Seminar Nasional Industri Dan Teknologi* (Pp. 191-201).
- Khalqih, K. I., Rahayu, M., & Rendra, M. (2017, December). Design Local Exhaust Ventilation On Sieve Machine At PT. Perkebunan Nusantara VIII Ciater Using *Design For Assembly (DFA)* Approach With Boothroyd And Dewhurst Method. *In IOP Conference Series: Materials Science And Engineering* (Vol. 277, No. 1, P. 012011). IOP Publishing.
- Lutfansa, P., & Suryadi, A. (2020). ALAT PENANAM BENIH JAGUNG DENGAN METODE *DESIGN FOR ASSEMBLY (DFA)*. *JUMINTEN*, 1(6), 122-132.
- Luqyana, D., Ilham, M. I., Symaidzar, R. D., Raissa, Z. Y., & Annas, M. S. (2019, October). Analisis Desain Produk Dengan Metode DFMA Untuk Talenan Berpemotong. *In Seminar Nasional Teknik Mesin* (Vol. 9, No. 1, Pp. 1080-1084).
- Muchlis, A., Ridwan, W., & Nasibu, I. Z. (2021). Rancang Bangun Mesin CNC (Computer Numerical Control) Laser Dengan Metode *Design For Assembly*. *Jambura Journal Of Electrical And Electronics Engineering*, 3(1), 23-27.
- Murali, G. B., Deepak, B. B. V. L., & Biswal, B. B. (2017). A Novel *Design For Assembly* Approach For Modified Topology Of Industrial Products. *International Journal Of Performability Engineering*, 13(7), 1013.
- Nathanael, R. (2020). *Pengaruh Persepsi Konsumen Akan Harga Dan Desain Produk Terhadap Niat Beli Giordano Di Kota Bandung*.
- Nainggolan, E. L., Suryadi, A., & Tranggono, T. (2020). Pengembangan Produk Alat Pencuci Pakaian Secara Manual Dengan Metode *Design For Assembly (Dfa)*. *Juminten*, 1(5), 156-167
- Saribu, H. D. T., & Maranatha, E. G. (2020). Pengaruh Pengembangan Produk, Kualitas Produk Dan Strategi Pemasaran Terhadap Penjualan Pada Pt Astragraphia Medan. *Jurnal MANAJEMEN*, 1(1), 1-6.
- Saufik. (2017). *Desain Pengembangan Produk Wallshelf Menggunakan Integrasi DFMA Di UD. Xyz*, Universitas Pancasakti Tegal, Jawa Tengah.
- Septyan, M. A. E. (2019). *Detail Design Perancangan Simulator Pembelajaran Mata Kuliah Perancangan Tata Letak Fasilitas Menggunakan Design For Assembly*.
- Setiyawan, CF. (2018). *Perancangan Ulang Kompor Gas Dua Tungku Dengan Menggunakan Metode Design For Assembly (DFA)* (Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Rahman, F. P., Noviyarsi, N., & Aidil, I. (2021). *Perancangan Alat Pencetak Briket Tempurung Kelapa Dengan Metode Design For Assembly (DFA)* (Doctoral Dissertation, Universitas Bung Hatta)
- Tjaja, A. I. S., & Astomo, R. P. (2017). Usulan Perbaikan Perancangan Produk Smart Light Menggunakan Metode *Design For Assembly* Boothroyd-Dewhurst. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 1(3).
- Trisetiyanto, A. N. (2020). Rancang Bangun Alat Penyemprot Disinfektan Otomatis Untuk Mencegah Penyebaran Virus Corona,”. *Journal Of Informatic Education*, 3(1), 45-51.
- Wiguna, I. (2018). *Usulan Perbaikan Kualitas Knalpot Klx 150 (Studi Kasus: Pt. Sandy Globalindo Cimahi)*. (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik UNPAS).