



Usulan Perancangan Alat Pengering Inframerah Untuk Meminimalisir Waste Waiting Pada Proses Produksi Dental Aerosol Dengan Menggunakan Pendekatan Pengembangan Produk

Helena Dinda Putri Naila¹, Pratya Poeri Suryandhini², Ayudita Oktafiani³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

Abstrak

Received: 02 Januari 2024
Revised : 08 Januari 2024
Accepted: 14 Januari 2024

Menurut Kementerian Kesehatan, setelah situasi COVID-19 masih terdapat tantangan sektor kesehatan yaitu Triple Burden of Diases sehingga perlu adanya dukungan ketersediaan alat kesehatan berkualitas demi mencegah terjadinya tantangan tersebut. Salah satu perusahaan yang memproduksi alat kesehatan adalah PT. XYZ yang memproduksi dental aerosol sebagai salah satu produknya. Dental aerosol dapat berperan dalam menghadapi triple burden of diseases dalam mencegah penyakit menular dan mencegah munculnya penyakit baru, sehingga pada proses produksinya perlu dilakukan upaya untuk mencegah waste. Berdasarkan data PAM, persentase terbesar dimiliki oleh aktivitas NVA atau aktivitas yang tidak bernilai tambah sebesar 64%. Sehingga perlu dilakukan upaya pengurangan waste waiting pada proses produksi dental aerosol dengan pendekatan just in time. Hasil dari penelitian ini dapat memenuhi tujuan untuk meminimalisir waste waiting pada saat proses assembly yang terjadi pada proses pengeringan. Usulan untuk mengurangi waste waiting yaitu perancangan alat pengering menggunakan sinar inframerah dengan metode concept selection. Berdasarkan usulan perancangan tersebut, terjadi pengurangan waktu waste waiting pada proses produksi dental aerosol sebanyak 85%.

Keywords: Pengembangan Produk, Lean Manufacture, Waste Waiting

(*) Corresponding Author: helenadinda4@gmail.com

How to Cite: Naila, H. D. P., & Suryandhini, P. P. (2024). Usulan Perancangan Alat Pengering Inframerah Untuk Meminimalisir Waste Waiting Pada Proses Produksi Dental Aerosol Dengan Menggunakan Pendekatan Pengembangan Produk. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10638062>.

PENDAHULUAN

Setelah situasi COVID-19 selesai, masih terdapat tantangan sektor kesehatan yaitu *triple burden of diseases* atau beban tiga penyakit yang muncul secara bersamaan, yaitu penyakit menular, penyakit tidak menular, dan munculnya penyakit baru. Perlu adanya dukungan dari perusahaan yang memproduksi alat kesehatan demi mencegah terjadinya *triple burden of diseases*. PT XYZ merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi alat kesehatan untuk mencegah terjadinya penyakit tersebut, salah satu produk yang dihasilkan yaitu *dental aerosol*. *Dental aerosol* adalah alat yang digunakan oleh dokter gigi saat dilakukannya perawatan gigi yang berfungsi untuk menghisap air liur pasien sehingga mencegah risiko penyakit menular dari pasien.

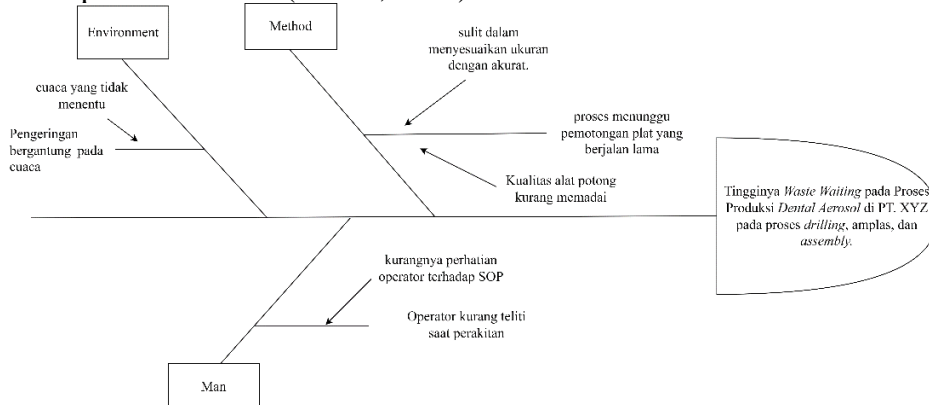
Sebagai perusahaan produsen alat kesehatan yang turut berkontribusi dalam memenuhi kebutuhan masyarakat, diperlukan tindakan pencegahan *waste* atau pemborosan pada proses produksi *dental aerosol* agar proses produksi dapat berjalan secara efisien (Ginting, 2007). Pencarian aktivitas *waste* dapat dilakukan dengan melakukan pemetaan *Process Activity Mapping* (PAM) untuk mengetahui

aktivitas *waste* yang terjadi pada proses produksi *dental aerosol* (Groover, 2015). Berdasarkan data PAM dilakukan pengelompokan nilai aktivitas mengenai aktivitas *Value Added (VA)*, *Non Value Added (NVA)*, dan *Necessary Non Value Added (NNVA)*. Jumlah waktu dan persentase dari nilai aktivitas tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase Nilai Aktivitas PAM

Nilai Aktivitas	Jumlah Waktu (detik)	Persentase
VA	29.088	31%
NVA	59.829	64%
NNVA	5.313	6%

Tabel 1. menunjukkan bahwa persentase terbesar dimiliki oleh aktivitas NVA atau aktivitas yang tidak bernilai tambah sebesar 64% dan mempunyai persentase tertinggi dibandingkan dengan nilai VA (31%) dan NNVA (6%). Berdasarkan PAM, ditemukan 3 jenis *waste* pada proses produksi *dental aerosol* yaitu *waste waiting*, *waste motion*, dan *waste defect*. Ruang lingkup penelitian kali ini hanya kepada *waste waiting*, sehingga dilakukan identifikasi penyebab *waste waiting* dengan menggunakan informasi yang tertera pada *fishbone diagram* yang dapat dilihat pada Gambar 1 (Kasim, 2021).



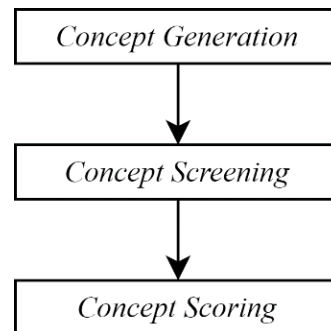
Gambar 1. Fishbone Diagram untuk menjelaskan mengenai informasi tingginya *waste waiting* pada proses produksi *dental aerosol*.

Berdasarkan *fishbone diagram*, penyebab dari *waste waiting* disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya *method*, *environment*, dan *man*. Pada penelitian kali ini, usulan perancangan hanya ditujukan kepada *waste waiting* faktor *environment* yang menyebabkan adanya *waste waiting* pada proses *assembly* part rumah vakum yang diakibatkan oleh pengeringan cat duko *part* rumah vakum. Pada faktor tersebut terdapat waktu menunggu pada saat proses *assembly* part rumah vakum selama 252 menit yang diakibatkan oleh waktu pengeringan cat duko selama 5 jam. Perancangan alat pengering ini bertujuan untuk mengurangi waktu pengeringan cat duko pada *part* rumah vakum sehingga meminimalisir waktu tunggu proses *assembly* part rumah vakum.

METODE PENELITIAN

Usulan alat pengering dirancang dengan pendekatan *concept selection* yang ada di pengembangan produk. *Concept selection* dilakukan dengan melakukan pemilihan beberapa konsep dan mengevaluasi setiap konsep yang ada (Ulrich &

Eppinger, 2015). Langkah dalam melakukan *concept selection* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahap dalam Melakukan *Concept Selection*.
(Sumber: *Product Design and Development*)

Tahap pertama yaitu *concept generation* dilakukan dengan proses pengumpulan konsep sehingga menghasilkan beberapa serangkaian konsep produk. Tahap selanjutnya yaitu melakukan *concept screening* dengan cara melakukan penyaringan konsep dengan menggunakan *screening matrix* dan melakukan perbandingan konsep sehingga didapatkan penilaian dari konsep tersebut. Tahap terakhir yaitu *concept scoring* yang dilakukan jika hasil dari *concept screening* masih perlu penilaian lebih lanjut lagi atau jika belum ada hasil dominan dari *concept screening*.

Concept Generation

Berikut merupakan beberapa konsep yang akan dijadikan pertimbangan dalam perancangan alat pengering cat duko:

1) Alat Pengering

Terdapat dua pilihan yang dapat dijadikan alternatif alat pengering cat berbahan duko yaitu kipas udara panas dan sinar inframerah. Pengeringan dengan udara panas meniupkan udara panas kearah objek tersebut, selain itu pengeringan dapat dilakukan dengan menggunakan radiasi termal sinar elektromagnetik inframerah. Kedua alat pengering tersebut dapat mempercepat pengeringan cat dibandingkan dengan menggunakan panas sinar matahari (Mischke, 2010).




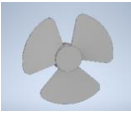


2) Penyimpanan Objek yang Akan dikeringkan

Penyimpanan yang baik dapat berpengaruh kepada sirkulasi udara yang optimal, sehingga pengeringan merata dan juga memastikan objek dapat disimpan dengan aman. Konsep cara penyimpanan objek yang akan dikeringkan terdiri dari dua yaitu diletakan dengan cara digantung atau dengan cara diletakan di rak.

3) Material Penyimpanan Objek

Material yang dipilih harus tahan terhadap suhu yang tinggi dan mampu sebagai tempat objek pengering. Terdapat dua pilihan material yang akan digunakan, yaitu besi baja galvanis dan stainless steel. Kedua material tersebut memiliki kekuatan struktural yang baik sebagai material penyimpanan objek (Callister, 2014).

Konsep tersebut dibuat dalam bentuk tabel yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Alat Pengering	Penyimpanan Objek	Material Penyimpanan
 Sinar Inframerah	 Rak	 Besi Baja Galvanis
 Udara Panas	 Hanger	 Stainless Steel

Tabel 2. Concept Generation Alat Pengering

Pada tahap *concept generation* ini, setiap konsep tersebut dipasangkan sehingga terdapat 8 konsep pilihan untuk usulan alat pengering cat duko, konsep tersebut diantaranya adalah:

- Konsep A
Konsep ini menggunakan pengering sinar inframerah. Peletakan dari part yang dikeringkan akan diletakan di rak. Material yang digunakan untuk penyimpanan part adalah besi baja galvanis.
- Konsep B
Konsep ini menggunakan pengering sinar inframerah. Peletakan dari part yang dikeringkan akan diletakan di rak. Material yang digunakan untuk penyimpanan part adalah besi *stainless steel*.
- Konsep C
Konsep ini menggunakan pengering sinar inframerah. Peletakan dari part yang dikeringkan akan diletakan di *hanger*. Material yang digunakan untuk penyimpanan part adalah besi baja galvanis.
- Konsep D
Konsep ini menggunakan pengering sinar inframerah. Peletakan dari part yang dikeringkan akan diletakan di *hanger*. Material yang digunakan untuk penyimpanan part adalah besi *stainless steel*.
- Konsep E
Konsep ini menggunakan pengering udara panas. Peletakan dari part yang dikeringkan akan diletakan di rak. Material yang digunakan untuk penyimpanan part adalah besi baja galvanis.
- Konsep F
Konsep ini menggunakan pengering udara panas. Peletakan dari part yang dikeringkan akan diletakan di rak. Material yang digunakan untuk penyimpanan part adalah *stainless steel*.
- Konsep G
Konsep ini menggunakan pengering udara panas. Peletakan dari part yang dikeringkan akan diletakan di *hanger*. Material yang digunakan untuk penyimpanan part adalah besi baja galvanis.
- Konsep H

Konsep ini menggunakan pengering udara panas. Peletakan dari part yang dikeringkan akan diletakan di *hanger*. Material yang digunakan untuk penyimpanan part adalah *stainless steel*.

Concept Selection

Pada tahap *concept selection* ini, dilakukan dengan membandingkan usulan alat pengering pada setiap konsep yang terpilih dengan kondisi aktual pengeringan yaitu dijemur menggunakan sinar matahari. Perbandingan tersebut menggunakan *concept-screening matrix* dengan kriteria penilaian sebagai berikut: (Ulrich & Eppinger, 2015)

- *Performance*, meliputi kinerja operasional alat pengering dalam mengurangi *waste waiting* pada pengeringan part rumah vakum.
- *Features*, meliputi kepada atribut yang dapat mendukung produk untuk melakukan pengeringan.
- *Durability*, meliputi ketahanan suatu produk yang dapat berfungsi dalam jangka waktu panjang yang dinilai dari material penyimpanan objek.
- *Reliability*, meliputi kemampuan alat pengering dapat berfungsi dengan konsisten dan tanpa kegagalan yang dinilai dari penyimpanan objek yang dikeringkan.
- *Perceived Quality*, meliputi persepsi konsumen dari kualitas produk yang dihasilkan dengan adanya alat pengering

Tabel 3. *Concept-Screening Matrix* Alat Pengering

Kriteria	Konsep								Referensi
	A	B	C	D	E	F	G	H	
<i>Performance</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	0
<i>Features</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	0
<i>Durability</i>	0	+	0	+	0	+	0	+	0
<i>Reliability</i>	-	-	0	0	-	-	0	0	0
<i>Perceived Quality</i>	+	+	+	+	-	-	-	-	0
Sum +'s	3	1	0	4	2	3	2	3	
Sum 0's	1	0	2	1	1	0	2	1	
Sum -'s	1	1	0	0	2	2	1	1	
Net Score	2	0	0	4	0	1	1	2	
Rank	2	6	6	1	6	4	4	2	
Continue?	No	No	No	Yes	No	No	No	No	

Berdasarkan *concept-screening matrix* pada Tabel 3, konsep D terpilih menjadi konsep terbaik untuk perancangan alat pengering, sehingga tidak perlu melakukan *concept scoring*. Berikut penjelasan mengenai penilaian pada *concept-screening matrix*.

- *Performance*
semakin besar suhu yang digunakan dalam pengeringan, maka semakin rendah kadar air yang dihasilkan dan semakin cepat terjadi penguapan. Sehingga proses pengeringan baik dengan inframerah maupun dengan udara panas, dapat mempercepat pengeringan cat duko dibandingkan dengan sinar matahari (Manfaati, Baskoro, & Rifai, 2019).

- *Features*

Pada kondisi aktual, pengeringan hanya dilakukan di area terbuka digabung dengan penempatan toren, sehingga seluruh konsep yang sudah dibuat memiliki fitur yang lebih baik dibandingkan dengan kondisi aktual.

- *Durability*

Pengering ini akan berfungsi jika terdapat kenaikan suhu. Saat baja galvanis mengalami kenaikan suhu secara signifikan, maka lapisan galvanis tersebut dapat mengalami perubahan fisik dan kimia, sedangkan *stainless steel* tidak (Bicao, 2008). Selain itu, dari konduktivitas termal *stainless steel* (16,2 Wm/K) lebih kecil daripada besi baja (51,9 Wm/K), sehingga *stainless steel* memiliki kemampuan yang lebih baik untuk mengisolasi panas dan mencegah transfer panas yang berlebihan sehingga tidak akan merusak objek yang akan dikeringkan dan juga dapat melindungi pekerja dari risiko terbakar atau terluka akibat bersentuhan dengan bagian dalam pengering yang panas (Callister, 2014).

- *Reliability*

Pengeringan dengan cara digantung menggunakan *hanger* dinilai dapat memungkinkan udara mengalir melalui semua sisi sehingga dapat memastikan pengeringan merata, hal tersebut sama seperti kondisi aktual. Pada pengeringan menggunakan rak akan memungkinkan penggunaan peletakan objek yang lebih efisien, namun beresiko akan terbentuknya ketidakrataan pada pengeringan, sehingga penilaian *reliability* pengeringan dengan menggunakan rak dinilai lebih buruk dari kondisi aktual.

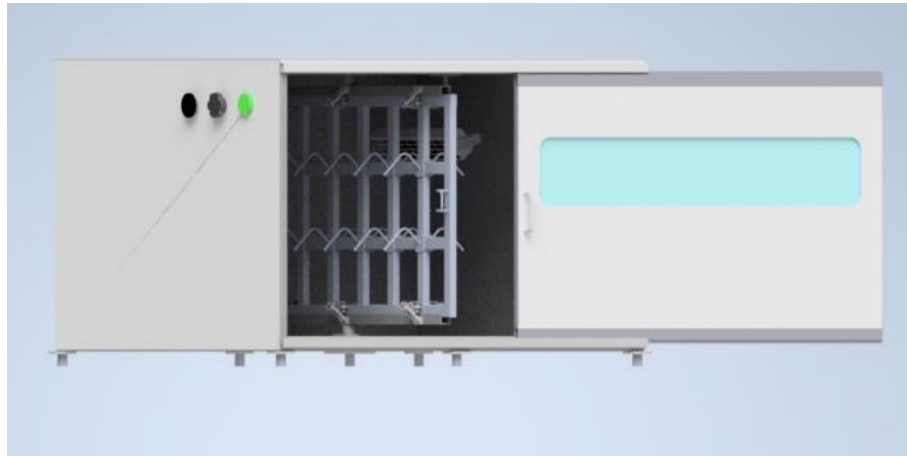
- *Perceived Quality*

Terdapat penelitian yang menyebutkan bahwa terdapat kerutan selama pengeringan objek polimer dengan udara panas, sedangkan dengan sinar inframerah tidak ada kerutan, suhu yang digunakan pada kedua cara pengeringan tersebut yaitu sebesar 43°C (Kinnan, 2020). Hal tersebut dapat menyimpulkan bahwa mengeringkan dengan sinar inframerah dapat menghasilkan kualitas produk yang lebih baik dibandingkan dengan udara panas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan

Usulan alat pengeringan mengacu kepada *score concept-screening matrix* terbesar, sehingga dilakukan pembuatan desain alat lemari pengering inframerah yang dapat dilihat pada Gambar 4 dan ruangan pengering inframerah yang dapat dilihat pada Gambar 5. dengan menggunakan *Softwatre Autodesk Inventor*. Kedua usulan tersebut hanya dipilih satu saja dengan keputusan pemilihan pada PT XYZ.



Gambar 3. Desain Akhir Lemari Pengering

Usulan alat lemari pengering menggunakan sinar inframerah mempunyai kapasitas sebanyak 20 part rumah vakum dalam sekali pengeringan. Penggunaan ini dapat dilakukan dengan cara membuka pintu lemari dengan cara digeser, lalu menarik *hanger* ke depan untuk memudahkan operator dalam menggantung part rumah vakum. Setelah seluruh part digantung, dorong kembali *hanger* ke depan menuju lemari pengering dan tutup lemari pengering dengan cara digeser ke kiri.



Gambar 4. Desain Akhir Ruang Pengering

Usulan ruangan lemari pengering menggunakan sinar inframerah mempunyai kapasitas sebanyak 20 *part* rumah vakum dalam sekali pengeringan. Penggunaan ini dapat dilakukan dengan cara operator memasuki ruangan pengering tersebut sembari membawa part rumah vakum, lalu menggantungkan part tersebut ke *hanger*. Setelah itu operator dapat meninggalkan ruang pengering dan menyalakan inframerah untuk dikeringkan.

Penentuan Suhu dan Daya

Pengeringan dengan memanfaatkan sinar inframerah dapat lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan sinar matahari karena suhu dapat dikontrol dengan lebih baik dibandingkan dengan paparan sinar matahari. Pemanasan dapat

disesuaikan sesuai dengan kebutuhan dan suhu dapat diterapkan secara konsisten pada bahan yang sedang dikeringkan karena tidak bergantung terhadap cuaca. Sehubungan dengan hal tersebut, usulan alat pengering dengan sinar inframerah ini akan disesuaikan suhunya agar dapat meminimalisir *waste waiting* pada saat menunggu pengeringan.

Pada kondisi aktual pengeringan dijemur dengan matahari yang berlangsung selama 5 jam pengeringan. Suhu yang ditentukan untuk pengeringan part rumah vakum yaitu sekitar 45-55°C, sehingga dapat mengeringkan part rumah vakum selama 2 jam pengeringan. Material yang digunakan pada part rumah vakum yaitu PVC (*Polyvinyl Chloride*) dengan suhu leleh 100-260°C dan suhu defleksi panas 92°C, sehingga pengeringan sebesar 45-55°C aman untuk material PVC (Callister, 2014). Estimasi Daya yang dibutuhkan untuk mencapai suhu 45-55°C adalah 1182 - 1778 watt.

Peran Produk dalam Meminimalisir Waste Waiting

Usulan alat pengering inframerah dapat mengurangi waktu pengeringan cat duko pada part rumah vakum produk *dental aerosol* di PT.XYZ. Pada kondisi aktual pengeringan berlangsung selama 5 jam dengan kapasitas 10 part, dengan usulan perancangan alat pengering dapat mengurangi waktu pengeringan menjadi 2 jam dengan kapasitas 20 part. Pengurangan waktu pengeringan cat tersebut mengakibatkan berkurangnya waktu tunggu pada proses *assembly part* rumah vakum. Pada kondisi aktual, waktu tunggu untuk melakukan *assembly* sebesar 4,2 jam (252 menit), dengan alat bantu pengeringan waktu tunggu tersebut berkurang menjadi 25 menit.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penilaian *concept-screening matrix*, didapatkan bahwa hasil terbaik rancangan alat pengering untuk mengurangi *waste waiting* pada proses produksi *dental aerosol* yaitu menggunakan sinar inframerah, dengan objek part pengeringan digantung, dan material penempatan objek pengeringan yaitu *stainless steel*. Usulan alat pengeringan inframerah dapat mengurangi waktu *waste waiting* pada proses *assembly produk dental aerosol* sebanyak 85%. Adanya penurunan *waste* tersebut diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi pada proses produksi *dental aerosol*.

DAFTAR PUSTAKA

- Bicao, P., Jianhua, W., Xuping, S., Zhi, L., & Fucheng, Y. (2008). Effects of zinc bath temperature on the coatings of hot-dip galvanizing. *Surface Coatings & Technology*, 1785–1788.
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2014). *Materials Science and Engineering*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Ginting, R. (2007). *Sistem Produksi*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Groover, M. P. (2015). *Automation Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing*. Upper Saddle River: Pearson Higher Education.
- Karl T. Ulrich & Steven D. Eppinger. (2016). *Product Design and Development*. In *Handbook of Research on New Product Development (Sixth Edit)*.
- Kinnan , T., Kondo, Y., Aoki, M., & Susumu , I. (2020). How do drying methods affect quality of films? *Drying Technology*, 653-664.

- Kasim, U., Erdiana, N., & Aulia, D. (2021). The Use of Fishbone Diagram Technique to Improve Students' Writing Ability. Proceedings of The 11th Annual International Conference (AIC) (pp. 29-30). Banda Aceh: Social Sciences.
- Manfaati, R., Baskoro, H., & Rifai, M. M. (2019). Pengaruh Waktu dan Suhu Terhadap Proses . Fluida, 43-49.
- Masalah dan Tantangan Kesehatan Indonesia Saat Ini. (2020). From kesmas.kemkes.go.id: <https://kesmas.kemkes.go.id/konten/133/0/masalah-dan-tantangan-kesehatan-indonesia-saat-ini>
- Mischke, P. (2010). European Coatings Tech Files. Germany: Vincentz Network.