

## MODIFIKASI PRODUK NEBULIZER UNTUK MEMBANTU PENANGANAN PENDERITA COVID-19 YANG BERMASALAH DENGAN PERNAFASAN DENGAN METODE VDI 2221 DAN *REVERSE ENGINEERING*

Samuel<sup>1)</sup>, Frans Jusuf Daywin<sup>2)</sup>, Lina Gozali<sup>3)</sup>

Program Studi Teknik Industri, Universitas Tarumanagara

e-mail: <sup>1)</sup>sammywinata.sw@gmail.com, <sup>2)</sup>fransjusuf42@gmail.com, <sup>3)</sup>linag@ft.untar.ac.id

### ABSTRAK

*Dengan terdapatnya pandemik Covid-19 pada masa saat ini tentu juga memiliki keterkaitan dengan bahasan khusus yang dipilih oleh penulis. Bahasan khusus yang dipilih oleh penulis adalah modifikasi produk nebulizer dengan implementasi metode VDI 2221 dan reverse engineering. Produk nebulizer merupakan suatu produk yang sudah tersebar luas di pasar. Selain tersebar luas, produk ini juga dapat mendukung para manusia yang mengalami permasalahan dalam hal bernapas. Menurut penulis produk ini juga merupakan salah satu produk kebutuhan manusia apalagi jika dilihat kondisi dunia saat ini. Produk nebulizer juga dapat membantu para penderita virus covid-19 khususnya dalam hal permasalahan pernafasan. Dasar penulis melakukan modifikasi terhadap produk nebulizer adalah mengacu pada kebutuhan pasar di masa pandemik Covid-19 ini ataupun mengupayakan melakukan peningkatan kualitas kinerja produk dan pembaharuan inovasi.*

**Kata kunci:** *Nebulizer, Modifikasi, Reverse Engineering, VDI 2221*

### ABSTRACT

*With the Covid-19 pandemic at this time, of course, it also has a connection with the special discussion chosen by the author. The special discussion chosen by the author is the modification of the nebulizer product with the implementation of the VDI 2221 method and reverse engineering. The nebulizer product is a product that has been widely distributed in the market. Besides being widespread, this product can also support humans who have problems in terms of breathing. According to the author, this product is also a product of human needs, especially if you look at the current world conditions. Nebulizer products can also help people with the Covid-19 virus, especially in terms of respiratory problems. The author's basis for modifying the nebulizer product is to refer to market needs during this Covid-19 pandemic or to seek to improve the quality of product performance and update innovation.*

**Keywords:** *Nebulizer, Modification, Reverse Engineering, VDI 2221*

## PENDAHULUAN

Dengan terdapatnya perkembangan Covid-19 pada masa saat ini tentu juga memiliki keterkaitan dengan bahasan khusus yang dipilih. Bahasan khusus yang dipilih adalah modifikasi produk nebulizer dengan implementasi metode VDI 2221 dan *reverse engineering*. Produk nebulizer merupakan suatu produk yang sudah tersebar luas di pasar. Selain tersebar luas, produk ini juga dapat mendukung para manusia yang mengalami permasalahan dalam hal bernapas. Menurut penulis produk ini juga merupakan salah satu produk kebutuhan manusia apalagi jika dilihat kondisi dunia saat ini. Produk nebulizer juga dapat membantu para penderita virus Covid-19 khususnya dalam hal permasalahan pernafasan. Dikarenakan apabila seseorang terinfeksi virus Covid-19 juga dapat mengakibatkan timbulnya permasalahan pernafasan seperti sesak, nyeri dada dan sejenisnya yang dapat dikategorikan sebagai masalah kronis. Selain itu, pengguna produk ini bukan hanya bagi para penderita Covid-19 namun bagi para penderita penyakit pernafasan lainnya selain Covid-19 tentu juga dapat menggunakannya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Modifikasi terhadap produk nebulizer adalah mengacu pada kebutuhan pasar di masa pandemik Covid-19 ini ataupun mengupayakan melakukan peningkatan kualitas kinerja produk dan pembaharuan inovasi. Dengan melakukan peningkatan pada kualitas kinerja produk tentu memiliki keterkaitan dengan kepuasan konsumen. Keterkaitan yang penulis maksud adalah kepuasan konsumen akan terjadi peningkatan seiring berjalannya waktu

dikarenakan fungsi produk yang diharapkan memiliki kesesuaian dengan kebutuhan yang diinginkan. Apabila kondisi ini bisa terjadi maka pada akhirnya dapat memberikan pengaruh positif bagi pertumbuhan bisnis. Selain dapat memberikan pengaruh positif bagi pertumbuhan bisnis juga dapat mendukung upaya pemerintah dalam melakukan pemulihan kesehatan masyarakat berskala nasional atau dalam arti lain proses penanggulangan bencana virus Covid-19 yang merugikan berbagai pihak.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Perancangan dan Pengembangan Produk**

J. B. Reswick berpendapat bahwa desain adalah sesuatu hal yang kreatif dan dasarnya adalah otak manusia yang menciptakan. Selain itu juga merupakan proses penciptaan sesuatu yang baru dan dapat dikatakan tidak pernah ada sebelumnya [1]. Pernyataan di atas juga memiliki keterkaitan dengan proses perancangan dan pengembangan produk. Aktifitas manusia dalam kehidupan sehari-hari merupakan suatu hal yang bisa dikatakan sebagai rutinitas. Rutinitas memiliki arti bahwa yang dilakukan adalah perulangan. Namun suatu kegiatan yang dilakukan secara berulang itu memang suatu kebutuhan manusia. Dalam memenuhi kebutuhan hidup manusia tentunya agar segala kegiatan yang dilakukan bisa tercipta penghematan waktu tentu perlu suatu solusi atau terobosan dalam penciptaan sesuatu yang dapat mendukung kehidupan sehari-hari manusia khususnya dalam hidup rumah tangga. Penciptaan sesuatu itu salah satu contohnya adalah perancangan dan pengembangan produk. Perancangan dan pengembangan produk merupakan suatu hal yang memiliki keterkaitan dengan kehidupan manusia. Dikarenakan produk yang dirancang tersebut juga digunakan oleh manusia. Selain itu, dalam proses perancangan sebuah produk juga membutuhkan penyesuaian. Penyesuaian yang penulis maksud adalah sebuah produk yang dirancang perlu disesuaikan dengan kebutuhan konsumen. Apabila sebuah produk yang dirancang tidak memiliki kesesuaian dengan kebutuhan konsumen maka pada akhirnya bisa saja produk tersebut tidak dapat terjual di pasaran atau dalam arti lain masyarakat luas tidak memiliki ketertarikan terhadap produk tersebut. Oleh sebab itu dalam penciptaan sebuah produk dibutuhkan pengenalan terhadap pasar sehingga segala produk yang diciptakan dapat disesuaikan dengan kebutuhan pasar. Apabila sebuah produk yang diciptakan memiliki kesesuaian dengan selera pasar maka pada akhirnya juga dapat memberikan keuntungan bagi yang menciptakan produk tersebut. Salah satu keuntungan yang bisa didapat adalah terjadi peningkatan penjualan.

### **Metode *Benchmarking***

Andersen (1996) berpendapat bahwa metode *benchmarking* adalah proses pengukuran yang dilakukan secara berkesinambungan dan melakukan perbandingan antara satu atau lebih proses kehidupan bisnis. Tujuan melakukan perbandingan tersebut adalah untuk menggali informasi yang dapat membantu perusahaan untuk mengembangkan kehidupan bisnisnya [2]. Apabila sebuah bisnis terus berkembang seiring berjalannya waktu maka pada akhirnya bisnis tersebut bisa mendapatkan keberuntungan yang diinginkan. Salah satu keberuntungannya adalah tercipta peningkatan penjualan.

### **Metode *Reverse Engineering***

Metode *reverse engineering* merupakan suatu upaya untuk menemukan prinsip-prinsip teknologi dari suatu perangkat, objek, atau sistem melalui analisis struktur, fungsi, cara kerja dan proses menduplikasi suatu produk, komponen-komponen yang terdapat di dalamnya yang telah ada sebelumnya tanpa melanggar hak paten atau hak cipta yang telah ada. Sebelum mengimplementasikan metode *reverse engineering* kita perlu melakukan identifikasi terlebih dahulu terhadap hak paten produk dan komponen-komponen terkait

sehingga pada akhirnya tidak terjadi permasalahan saat melakukan proses implementasi metode *reverse engineering*. Umumnya, metode *reverse engineering* diimplementasikan untuk mencari dan mendapatkan pengetahuan baru, ide baru, dan filosofi desain. Tentu hal tersebut juga dapat memberikan dampak positif bagi perkembangan hidup manusia khususnya pikiran. Penerapan metode *reverse engineering* memiliki tujuan utama yaitu untuk menciptakan pandangan alternatif pada sistem, pemulihan informasi yang hilang, dapat mendeteksi kesalahan sistem, mensistesis abstraksi sistem yang lebih tinggi dan memfasilitasi reengineering [3].

### **Metode VDI 2221**

Dalam proses perancangan dan pengembangan produk tentu perlu melewati beberapa proses. Salah satu prosesnya adalah penelitian terhadap pasar. Penelitian terhadap pasar tujuannya adalah mengenali kebutuhan pasar, sehingga pada akhirnya produk yang akan diciptakan dapat disesuaikan dengan kebutuhan pasar. Apabila sebuah produk yang diciptakan tidak memiliki kesesuaian dengan kebutuhan pasar maka pada akhirnya produk tersebut bisa jadi tidak dapat terjual atau bisa saja terjual namun sedikit peminatnya. Selain itu pengujian kualitas produk juga merupakan suatu proses yang sangat penting dikarenakan apabila produk yang dijual tidak memiliki kualitas yang sesuai dengan standar maka pada akhirnya bisa aja loyalitas konsumen terhadap produk tersebut menurun dan cenderung beralih kepada produsen lain. Oleh sebab itu, agar seluruh proses dalam penciptaan produk dapat berjalan dengan sebagaimana mestinya diperlukan suatu metode yang mendukung. Salah satunya adalah penerapan metode VDI 2221. Fokus penerapan metode VDI 2221 adalah untuk menyelesaikan permasalahan, mengupayakan penggunaan material dengan maksimal dan proses penciptaan sebuah produk. G. Pahl (dalam Rifki, 2019:6-7) berpendapat bahwa terdapat 4 fase dalam metode VDI 2221 meliputi perencanaan dan penjelasan tugas, proses perancangan konsep produk, proses perancangan bentuk produk dan proses perancangan detail produk [4].

### **Bill of Material (BOM)**

Dalam menciptakan sebuah produk tentu juga memiliki keterkaitan dengan pengadaan bahan baku. Dikarenakan bahan baku merupakan bahan dasar pembentuk sebuah produk atau komponen yang akan diproduksi. Hegge, Herman MH, and J. C. Wortmann berpendapat bahwa dalam penggunaan bahan baku terhadap suatu produk juga perlu dibuat informasinya. Informasi tersebut dapat dibuat dalam bentuk *Bill of Material* (BOM). *Bill of Material* merupakan sebuah informasi yang isinya adalah sebuah daftar bahan baku, komponen pembentuk sebuah produk yang sudah diproduksi serta keterangan terkait sumber asal terbentuknya komponen tersebut (diproses secara mandiri atau dibeli) [5].

### **Peta Proses Operasi**

Dalam peta proses operasi tentu hal yang sudah dijelaskan oleh penulis di atas dapat terlihat. Di dalam peta proses operasi terdapat informasi mengenai segala proses yang dilalui oleh bahan baku ataupun proses produksi bahan baku menjadi komponen, waktu pengerjaan setiap proses, waktu total seluruh proses. Tentu, informasi ini bisa menjadi bahan kajian Kepala Produksi untuk melihat seberapa produktivitas dalam menciptakan sebuah produk yang disesuaikan dengan rencana. Produktivitas ini juga memiliki keterkaitan dengan kemampuan produksi yang dimiliki oleh perusahaan. Apabila produktivitas produksi perusahaan bisa diukur tentu perusahaan juga dapat mengevaluasi segala proses yang sudah dilakukan dan dapat melakukan perbaikan apabila diperlukan [6].

## **Produk**

Produk adalah *output* dari proses produksi. Roozenburg, Norbert FM, and Johannes Eekels berpendapat *output*/hasil proses produksi tersebut memiliki nilai jual yang pada akhirnya akan mendatangkan keuntungan finansial bagi perusahaan. Namun, keuntungan secara finansial itu bukan hanya perusahaan sendiri yang menikmati melainkan seluruh sumber daya manusia yang bekerja dalam perusahaan tersebut juga harus menikmati. Hal yang menariknya adalah kita jangan hanya melihat dari keuntungan yang didapat melainkan juga bisa melihat dari segala usaha yang dikeluarkan untuk bisa menciptakan suatu produk yang memiliki nilai kualitas yang baik. Apabila perusahaan tidak berusaha untuk menciptakan suatu produk yang berkualitas maka yang mengalami hal rugi juga perusahaan tersebut serta nama baik perusahaan bisa saja mengalami penurunan [7].

## **Deskripsi Produk Nebulizer**

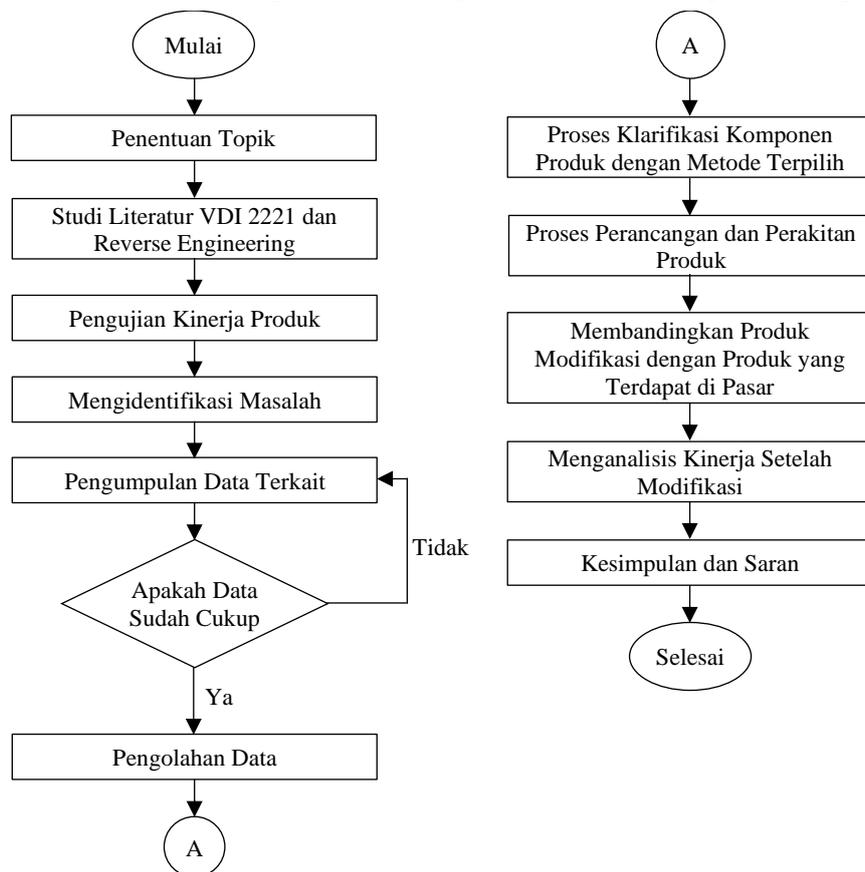
Nebulizer merupakan bagian dari fisioterapi paru-paru (chestphysiotherapy) dimana cara pengobatan dengan memberi obat dalam bentuk uap secara langsung pada alat pernafasan menuju paru-paru. Sejak ditemukan nebulizer pada tahun 1858 di Perancis, nebulizer pilihan terbaik pada kasus yang berhubungan dengan masalah inflamasi pada penderita asma atau PPOK (Penyakit Paru Obstruksi Kronis). Nebulizer adalah alat yang digunakan untuk merubah obat dari bentuk cair ke bentuk partikel aerosol atau partikel yang sangat halus (Widyawati, 2012) [8]. Alat ini merupakan alat medis yang dipergunakan untuk memberikan cairan obat dalam bentuk uap ke dalam saluran pernafasan dengan mesin tekanan udara yang membantu untuk pengobatan asma dalam bentuk uap Nebulizer terdiri dari mesin kompresor udara, wadah kecil untuk obat cair, dan selang elastis yang menghubungkan kompresor udara ke wadah obat. Di atas wadah obat terdapat corong atau masker yang akan digunakan untuk menghirup kabut. Ada dua versi daya nebulizer, yaitu menggunakan listrik dan menggunakan baterai. Nebulizer umum digunakan sebagai terapi pengobatan asma kronis, baik untuk anak-anak maupun orang dewasa. Ini karena dibanding dengan inhaler, uap yang dihasilkan nebulizer amat sangat kecil sehingga obat akan bisa lebih cepat meresap kebagian paru yang ditargetkan. Selain untuk pengobatan 21 asma, alat ini juga dapat digunakan untuk penderita penyakit paru obstruksi kronis, pneumonia (infeksi paru), dan reaksi alergi berat.

## **Tujuan Pemberian Produk Nebulizer**

Tujuan pemberian terapi dengan nebulizer adalah untuk mengurangi sesak pada penderita asma, untuk mengencerkan dahak, bronchiale berkurang dan menghilang. Cara kerja nebulizer adalah dengan penguapan sehingga obat-obatan yang dipergunakan adalah berupa cairan, dimasukkan ke dalam wadah obat kemudian dengan bantuan listrik maka akan menghasilkan uap yang dihirup melalui masker. Terapi penguapan biasanya sekitar 3-10 menit, 3-4 kali sehari atau sesuai kebutuhan. Pengobatan nebulizer lebih efektif dari obat-obatan 29 oral, karena langsung dihirup masuk ke paru-paru, dosis yang dibutuhkan lebih kecil, sehingga lebih aman. Alat ini berguna untuk penderita gangguan saluran pernafasan seperti: 1. Mengencerkan dahak 2. Pilek atau hidung tersumbat sehingga mampu melancarkan saluran pernafasan 3. Asma dan sinusitis yang disertai bunyi tarikan nafasnya sangat kuat dan sesak nafas 4. Alergi yang menyebabkan batuk, pilek dan mengarah ke serangan asma dan sinusitis Obat-obatan yang dapat dipakai dengan terapi nebulizer antara lain: 1. Pulmicort Kombinasi anti radang berfungsi untuk melonggarkan saluran nafas 2. NaCl berfungsi untuk mengencerkan dahak 3. Bisolvon berfungsi untuk mengencerkan dahak 4. Atroven berfungsi untuk melonggarkan saluran nafas 5. Berotex Berfungsi untuk melonggarkan saluran nafas 6. Combiven Berfungsi untuk melonggarkan saluran nafas [9].

## METODE PENELITIAN

Flowchart penelitian merupakan suatu bagan yang didalamnya terdapat informasi terkait kegiatan penelitian yang akan dilaksanakan oleh peneliti. Selain itu juga terdapat beberapa simbol khusus yang memberikan gambaran terkait urutan proses yang detail dan hubungan antara suatu proses dengan proses lainnya dalam suatu program. Dalam perancangan sebuah alur penelitian terdapat tiga bagian utama yang difokuskan meliputi, *input*, proses dan *output*. Ketiga bagian itu bisa dijabarkan ataupun diberikan penjelasan apabila peneliti sudah memiliki rencana terkait kegiatan penelitian yang akan dilaksanakan dalam waktu dekat maupun tidak dekat. Flowchart penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode pengumpulan data diawali dengan melakukan penyebaran kuesioner yang terdiri dari empat bagian meliputi data responden, pertanyaan eliminasi, pertanyaan pra penelitian produk dan pertanyaan penelitian produk. Responden yang melakukan pengisian terhadap kuesioner penelitian ini adalah orang yang pernah menggunakan produk nebulizer dan masih menggunakan produk nebulizer hingga kini. Di bawah ini penulis memberikan penjelasan terkait hasil perhitungan uji validitas dan reliabilitas.

### Hasil Perhitungan Uji Validitas

Dari hasil perhitungan uji validitas di bawah ini didapatkan bahwa r-hitung lebih besar daripada r-tabel, maka hasil kuesioner dianggap valid terhadap semua pertanyaan.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Uji Validitas

Responden	Takaran Isi Obat	Jenis Produk	Bentuk Produk	Harga Produk	Material
R Hitung	0.49786685	0.555331691	0.721973856	0.586323285	0.6237671234
R Tabel	0.1412	0.1412	0.1412	0.1412	0.1412
Valid/tidak	<b>Valid</b>	<b>Valid</b>	<b>Valid</b>	<b>Valid</b>	<b>Valid</b>

### Hasil Perhitungan Reabilitas

Dari hasil perhitungan uji reliabilitas di bawah ini didapatkan nilai  $r_{11}$  sebesar 0,74287 dimana nilai tersebut berada di atas  $\geq 0,6$ , maka reliabilitas tersebut termasuk tinggi.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Uji Reabilitas

Takaran Isi Obat	Jenis Produk	Bentuk Produk	Harga Produk	Material
Varians Butir	0,69218	0,87313	0,79683	0,78235
Total Varians Butir	4,38967			0,86643
Varians Total	8,35682			8,64782
$r_{11}$	0,74287			

### Benchmarking

Pada kegiatan penelitian ini, proses *benchmarking* terdapat 3 (tiga) jenis produk nebulizer *portable* yang akan dibandingkan spesifikasinya. Ketiga produk tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Benchmarking

No	Aspek	Alat Terapi Uap Pernafasan <i>Asthma Inhale Nebulizer</i>	Alat Nebulizer <i>Autocleaning Inhale Micro-mesh Nebulizer Ultrasonic Por</i>	Nebulizer <i>Portable MESH YM-252</i>
1	Model			
2	Harga	Rp 195.100,00	Rp 245.000,00	Rp 470.000,00
3	Kapasitas Penampungan Obat	10 ML	10 ML	8 ML
5	Dimensi	45 x 45 x 100 MM	45x45x100 MM	45x45x100 MM
6	Daya	Mains Connection: 100-240V, 50-60Hz; 0.15A, Input: 3V/1A	2.0W	2.0W

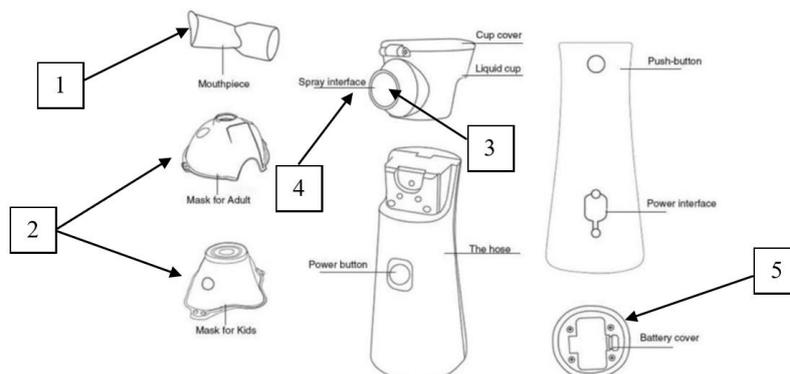
## PERANCANGAN

### Metode Reverse Engineering

Metode *reverse engineering* digunakan untuk memodifikasi sebuah produk baru dari produk yang sudah ada di pasaran sehingga pada akhirnya dihasilkan produk baru yang lebih unggul. Tahapan *reverse engineering* meliputi:

#### 1. Disassembly Product

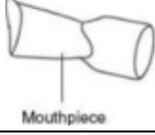
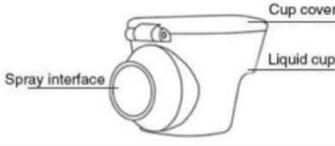
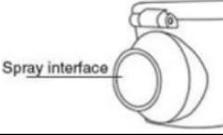
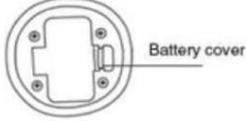
Pada tahap ini dilakukan *disassembly* pada produk *Asthma Inhale Nebulizer* yang berfungsi untuk mengetahui setiap fungsi komponen pada produk. Produk yang dibongkar adalah *Asthma Inhale Nebulizer* yang dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.



Gambar 2. Desain *Asthma Inhale Nebulizer*

Hasil *disassembly* pada produk *Asthma Inhale Nebulizer* terdapat beberapa bagian komponen meliputi, *Mouthpiece*, *Mask For Adult*, *Mask For Kids*, *Cup Cover*, *Liquid Cup*, *Spray Interface*, *Battery Cover*, *Product Body (Push Button, Power Interface)*. Daftar komponen dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Daftar Komponen Produk *Asthma Inhale Nebulizer*

No	Nama Komponen	Gambar Komponen	Penjelasan
1	<i>Mouthpiece</i>		Bagian yang memiliki kemiripan dengan sedotan besar untuk menghirup aerosol obat.
2	Masker Nebulizer	 	Sebagai media untuk menghirup aerosol obat.
3	<i>Liquid Cup</i>		<i>Liquid Cup</i> merupakan wadah untuk meletakkan obat cair dan memiliki batasan takaran per milliliter.
4	<i>Spray Interface</i>		<i>Spray Interface</i> merupakan tempat keluarnya aerosol obat
5	<i>Battery Cover</i>		<i>Battery Cover</i> merupakan tempat letak baterai.

### Metode VDI 2221

Dalam mendesain produk digunakan Metode VDI 2221 untuk memenuhi aspek kenyamanan, kepraktisan, kemudahan saat penggunaan, pemeliharaan, perbaikan, keamanan, dan keselamatan. Penentuan spesifikasi awal dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Daftar Spesifikasi

No	Aspek	D/W	Spesifikasi
1	Fungsi	D	Produk nebulizer dapat berfungsi dengan sebagaimana mestinya.
2	Perakitan	D	Produk dapat dibongkar pasang dengan mudah
3	Energi	W	Efisien dalam penggunaan batu baterai
4	Gaya	W	produk memiliki massa yang ringan
5	Material	D	Menggunakan plastik ABS
		D	
6	Perawatan	D	Perawatan produk dapat dilakukan dengan mudah
		D	Proses pembersihan produk dapat dilakukan dengan mudah.
		W	Komponen produk mudah didapat
7	Pengoperasian	D	Produk dapat dioperasikan dengan mudah
		W	Produk mudah dibongkar pasang
		D	Produk aman saat digunakan
8	Biaya	W	Biaya produksi produk dapat dijangkau
		W	Produk dapat dijangkau untuk masyarakat dengan ekonomi menengah ke bawah

Keterangan:

D : Demand adalah persyaratan yang harus terpenuhi.

W : Wishes adalah persyaratan yang diinginkan dan boleh diabaikan jika tidak memungkinkan.

Di bawah ini penulis memberikan pemaparan terkait hasil kombinasi prinsip solusi sub fungsi yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kombinasi Prinsip Solusi Sub Fungsi

No	Prinsip Solusi		Keterangan	1	2	3
	Sub Fungsi					
1	Inhalation mask		Beli	Plastik abs	ABS GF (GLASS FIBER)	
2	Spray port		Beli	200 W	300 W	400 W
3	Medicine Cup		Buat	10 ML	8 ML	4 ML
4	Power Switch		Beli	Plastik ABS	Stainless Steel	Rubber, karet
5	Battery Compartment		Buat	Statis	Dinamis	
6	USB Power interface		Beli	Statis	Dinamis	
7	Mesh		Beli	30 mesh	40 mesh	50 mesh

Keterangan:

-  Kombinasi 1
-  Kombinasi 2
-  Kombinasi 3

Dengan prinsip-prinsip tabel di atas maka akan diperoleh beberapa kombinasi, yaitu:

- a. K1: 1-1, 2-2, 3-1, 4-1, 5-1, 6-2, 7-1
- b. K2: 1-1, 2-1, 3-1, 4-3, 5-2, 6-1, 7-2
- c. K3: 1-2, 2-3, 3-2, 4-2, 5-2, 6-2, 7-2

Selanjutnya merupakan proses pemilihan kombinasi terbaik dari ketiga kombinasi yang ada. Cara pemilihan konsep dilakukan dengan menggunakan diagram seleksi yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Diagram Seleksi

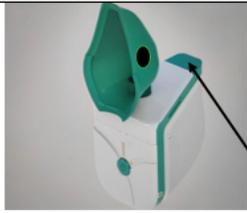
Varian Prinsip Solusi	Kriteria Pemilihan						Keputusan Tanda Solusi Varian (SV)	
	A	B	C	D	E	F	Keterangan	SV
	+ Ya						+ Solusi yang Dicari	
	- Tidak						- Hapuskan Solusi	
	? Kurang Informasi						? Kumpulkan Informasi	
	! Perikas Spesifikasi						! Lihat Spesifikasi	
	Sesuai dengan fungsi keseluruhan							
	Sesuai dengan daftar kehendak							
	Dalam batas biaya produksi							
	Pengetahuan tentang konsep memadai							
	Sesuai keinginan perancang							
	Memenuhi syarat keamanan							
	A	B	C	D	E	F	Keterangan	SV
K1	+	-	-	+	-	+	Tidak Sesuai	-
K2	+	+	+	+	+	+	Sesuai	+
K3	+	-	-	+	-	+	Tidak Sesuai	-

Berdasarkan diagram seleksi pada Tabel 7, dapat disimpulkan bahwa kombinasi terbaik untuk perancangan desain baru pada produk nebulizer portable adalah kombinasi 2.

### Produk yang Dirancang

Produk yang dirancang merupakan nebulizer *portable* yang dilengkapi dengan fungsi tambahan meliputi alat untuk mengukur saturasi oksigen pengguna khususnya para penderita Covid-19 dan pengatur laju tekanan udara (aerosol obat). Gambar dari rancangan awal produk nebulizer *portable* dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 8. Rancangan Awal Produk

Prototype	Inovasi	Signifikansi
 <p style="text-align: right; margin-right: 20px;"><b>Sensor Jari</b></p>	<p>Terdapat sensor pada bagian untuk meletakkan jari guna mendeteksi berapa persentase hemoglobin dalam aliran darah di jari (saturasi oksigen)</p>	<p>Para penderita Covid-19 yang mengalami gejala sesak nafas ringan hingga berat dapat melakukan terapi pernapasan sambil mengukur saturasi oksigen secara berkala.</p>
 <p style="text-align: left; margin-left: 20px;"><b>Pendeteksi Saturasi Oksigen</b></p> <p style="text-align: center; margin-left: 100px;"><b>Pengatur Laju Tekanan Udara Aerosol Obat</b></p>	<p>Terdapat alat untuk mengatur laju tekanan udara aerosol obat</p>	<p>Para penderita Covid-19 dapat mengatur laju tekanan udara aerosol obat yang disesuaikan dengan kebutuhan.</p>

### KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil setelah melakukan perancangan pada alat Nebulizer Portable adalah:

1. Produk yang dirancang merupakan nebulizer portable yang dilengkapi dengan fungsi tambahan meliputi alat untuk mengukur saturasi oksigen pengguna khususnya para penderita Covid-19 dan pengatur laju tekanan udara (aerosol obat).
2. Berdasarkan diagram seleksi pada Tabel 7, dapat disimpulkan bahwa kombinasi terbaik untuk perancangan desain baru pada produk nebulizer portable adalah Kombinasi 2.
3. Prototipe produk nebulizer diproduksi menggunakan mesin 3D Printer dengan menggunakan filament berbahan PLA.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Reswick, James B. "What constitutes valid research? Qualitative vs. quantitative research." *Technology and Disability* 3.4 (1994): 255-257.
- [2] Andersen, B., and P. Jordan. "Setting up a performance benchmarking network." *Production Planning & Control* 9.1 (1998): 13-19.
- [3] Tatterson, Kathleen G. "Laser Measurement Finds Its Markets-Precise devices gauge manufacturing tools, parts, people and distances." *Photonics Spectra* 30.10 (1996): 86-94.
- [4] Varady, Tamas, Ralph R. Martin, and Jordan Cox. "Reverse engineering of geometric models-an introduction." *Computer-aided design* 29.4 (1997): 255-268.
- [5] Jänsch, J., and Herbert Birkhofer. "The development of the guideline VDI 2221-the change of direction." DS 36: Proceedings DESIGN 2006, the 9<sup>th</sup> International Design Conference, Dubrovnik, Croatia. 2006.

- [6] Hegge, Herman MH, and J. C. Wortmann. "Generic bill-of-material: a new product model." *International Journal of Production Economics* 23.1-3 (1991): 117-128.
- [7] Lee, Byung-Seol, and Chung-Seog Choi. "A Study on the Development of a Work Operation Process Chart for Smart Distribution Board Fabrication." *Journal of the Korean Society of Safety* 32.3 (2017): 15-20.
- [8] Roozenburg, Norbert FM, and Johannes Eekels. "Product design: fundamentals and methods." (1995).
- [9] Widyawati, Shelly. Studi Literatur: Asuhan Keperawatan pada Pasien Dewasa Pneumonia dengan Masalah Keperawatan Ketidakefektifan Bersihan Jalan Nafas. Diss. Universitas Muhammadiyah Ponorogo, 2020.