

Perancangan Mesin Pencacah Masker Dengan Metode Pahl & Beitz

Agri Suwandi[#], Mahmud Abdurrahman

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila
Srengseng Sawah Jagakarsa, Jakarta Selatan, 12640, Indonesia
[#]agrisuwandi@univpancasila.ac.id

Abstrak

Pandemi COVID-19 telah mengubah perilaku umat manusia diseluruh dunia terutama dalam hal kesehatan. Salah satu upaya dalam menghindari COVID-19 adalah penerapan protokol kesehatan dengan 3M, yaitu: memakai masker, mencuci tangan serta menjaga jarak. Masker telah menjadi kebutuhan primer, dengan konsep satu kali pakai, masker menjadi salah satu penyumbang sampah terbanyak saat ini. Penanganan limbah masker perlu ditindak lanjut, agar tidak dapat digunakan kembali oleh siapa pun, karena dapat menularkan berbagai penyakit, terutama COVID-19. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang mesin pencacah masker yang berfungsi sebagai penghancur limbah masker untuk skala perkantoran. Metode perancangan yang digunakan adalah metode Pahl & Beitz. Perancangan diawali dengan studi kebutuhan pelanggan, membuat konsep desain mesin, melakukan analisi simulasi desain hingga melakukan perhitungan dan pemilihan komponen penggerak mekanis. Berdasarkan hasil penerapan metode Pahl & Beitz, dihasilkan konsep varian terpilih adalah varian 1 dengan nilai pembobotan tertinggi 6,42. Komponen penggerak yang dihasilkan dari perhitungan, yaitu: motor listrik dengan daya 1 HP, puli motor diameter 108,4 mm, puli pada poros diameter 95,9 mm, sabuk tipe A dengan panjang 800 mm dan poros pisau dengan diameter 12 mm.

Kata kunci: COVID-19, masker, perancangan, mesin pencacah, Pahl & Beitz

Abstract

People all over the world have changed how they treat their health because of the COVID-19 pandemic. One way to avoid COVID-19 is to follow 3M's health protocols, which include wearing masks, washing hands, and keeping a safe distance. Masks have become a basic need, and since they are meant to be used only once, they are one of the biggest sources of waste in the world today. Mask waste needs to be taken care of in a way that makes it impossible for anyone to use it again, because it can spread diseases, especially COVID-19. The goal of this study is to make a machine that crushes the mask waste on an office scale. The Pahl & Beitz method is used for design. The design process starts with figuring out what the customer wants, making machine design concepts, running simulations of the design, and calculating and choosing the mechanical drive components. Based on what happened when the Pahl and Beitz method was used, variant 1 with the highest weighting value of 6.42 was chosen. Based on the calculations, the driving parts are an electric motor with 1 HP, a motor pulley with a diameter of 108.4 mm, a pulley on a shaft with a diameter of 95.9 mm, a type A belt with a length of 800 mm, and a knife shaft with a diameter of 12 mm.

Keywords: COVID-19, masks, design, crusher machines, Pahl & Beitz

I. PENDAHULUAN

Dengan masih adanya virus corona atau COVID-19 di dunia, yang sudah menjadi suatu pandemi atau musibah dunia, maka sebagai setiap manusia harus selalu mematuhi protokol kesehatan agar terhindar dari virus ini dan sekaligus menghindarkan diri dari orang lain. Salah satunya dengan penggunaan masker sebagai proteksi

terhadap virus ini. Kondisi hingga tanggal 31 Maret 2021 secara global tercatat 135 juta orang terjangkit virus ini dan 2,92 juta orang sudah meninggal dunia akibat virus ini [1]. Di Indonesia sebanyak 1.511.712 orang telah terjangkit dan sebanyak 40.858 orang meninggal dunia [2], [3], serta semakin hari masih terus bertambah untuk jumlah orang yang terkonfirmasi positif COVID-19 maupun yang meninggal dunia. Hal ini tentunya

menjadikan masyarakat harus selalu lebih waspada dan menjaga diri dan juga orang lain agar tidak terpapar virus ini. Yang gencar sudah dilakukan pemerintah yang menerapkan protokol kesehatan yaitu dengan menerapkan 3M, yaitu: Memakai Masker, Mencuci Tangan dan Menjaga Jarak. Salah satu upaya penerapan protokol kesehatan yang menimbulkan masalah baru, yaitu tentang penggunaan masker sekali pakai. Hal tersebut dapat menimbulkan tumpukan sampah jenis baru, yaitu sampah masker [4], [5].

Berdasarkan hal tersebut perlu pengembangan suatu produk atau alat yang bisa digunakan sebagai penghancur limbah masker agar tidak menimbulkan virus baru atau penyakit baru akibat tidak adanya metode penghancuran atau perusakan limbah masker. Komponen terpenting dari mesin pencacah adalah pisau pencacah. Silitonga dkk, berhasil membuat mesin pencacah plastik jenis PET skala industri rumah tangga yang dapat mencacah 1 kg gelas plastik dapat dicacah dalam waktu 2 menit dan 1 kg botol plastik dapat dicacah dalam waktu 1,5 menit [6]. Kholidin dalam penelitiannya telah merancang pisau pencacah dengan mata berjumlah 14 buah untuk dapat mencacah limbah plastik dengan kapasitas 20 kg/jam [7]. Sedangkan Napitupulu dkk, dan Syamsiro dkk, merancang pisau pencacah untuk botol plastik dengan ketebalan maksimal 2 mm yang dapat mencacah hingga 21 kg/jam [8], [9].

Pengembangan mesin pencacah yang telah diteliti oleh Nur dkk, menghasilkan mesin pencacah plastik dengan sistem kombinasi proses pemotongan *crusher* yang menggunakan pisau tipe reel dan mengasalkan 195 kg/jam cacahan limbah plastik [10]. Dewi, melakukan penelitian yang merancang pisau pencacah rumput dengan pola strip mampu mencacah 4 kg/jam rumput gajah [11]. Sedangkan Hidayat dkk, dalam penelitiannya telah menghasilkan pisau pencacah jerami dengan kapasitas pencacahan untuk jerami basah (kadar air 55%) rata-rata mencapai 1.126,06 kg/jam [12]. Penelitian mesin pencacah lainnya dilakukan oleh Jannah dan Putra yang membahas tentang mesin pencacah jarum suntik dengan waktu rata-rata pencacahan jarum suntik 50 detik/proses [13].

Berbagai mesin pencacah dengan rancangan pisau dan perutukan yang berbeda-beda telah banyak dikembangkan, namun belum ada mesin yang pencacah dengan bahan baku masker. Pengembangan desain mesin ini antara lain adalah pada bagian sistem pencacahan yang dibuat dengan menggunakan jenis pisau *double crusher roller* yaitu sistem pencacahan pisau ganda berbentuk *roller* yang menjadi dasar pembeda dari jenis-jenis mesin pencacah yang sudah ada. Kebaruan lainnya

adalah pada mesin ini akan ditambahkan suatu mekanisme yang dapat mengeluarkan cairan *sanitizer* untuk menghilangkan bakteri atau virus yang menempel pada hasil cacahan masker.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah menghasilkan rancangan dan spesifikasi komponen utama dari mesin pencacah masker. Mesin pencacah masker yang dirancang diperuntukan untuk menanggulangi limbah masker pada area perkantoran, sekolah hingga pabrik-pabrik.

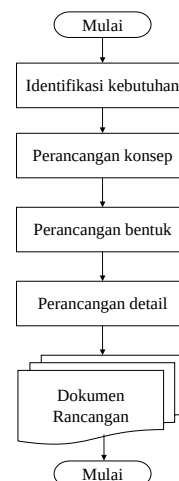
II. METODE PENELITIAN

Metode perancangan yang digunakan untuk merancang mesin pencacah masker adalah metode perancangan produk menggunakan metode Pahl & Beitz [14]. Gambar 1 memperlihatkan diagram alir dari metode penelitian yang digunakan untuk mencapai tujuan dari penelitian ini.

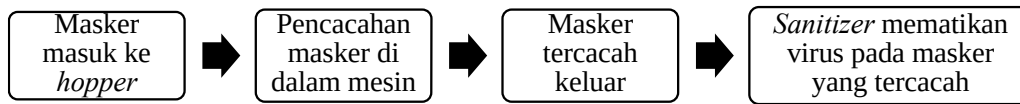
- Identifikasi kebutuhan

Pada tahap ini dikumpulkan semua informasi tentang persyaratan yang harus dipenuhi oleh produk dan kendala-kendala yang merupakan batas-batas dari produk. Pada fase ini menghasilkan spesifikasi produk yang dimuat dalam suatu daftar persyaratan teknis. Fase perencanaan produk baru dapat memberikan hasil yang baik, jika fase ini memperhatikan kondisi pasar, keadaan perusahaan dan ekonomi negara.

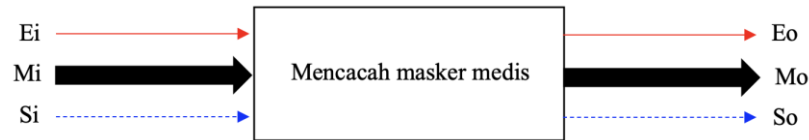
Untuk mendapatkan data kebutuhan pelanggan terhadap mesin pencacah masker yang dirancang, maka perlu dilakukan survei dan observasi lapangan. Salah satu cara untuk melakukan survei adalah dengan menyebarkan kuesioner terkait dengan kebutuhan akan mesin pencacah masker yang disebarkan kepada para pelaku yang terkait dengan masker. Target minimal responden adalah



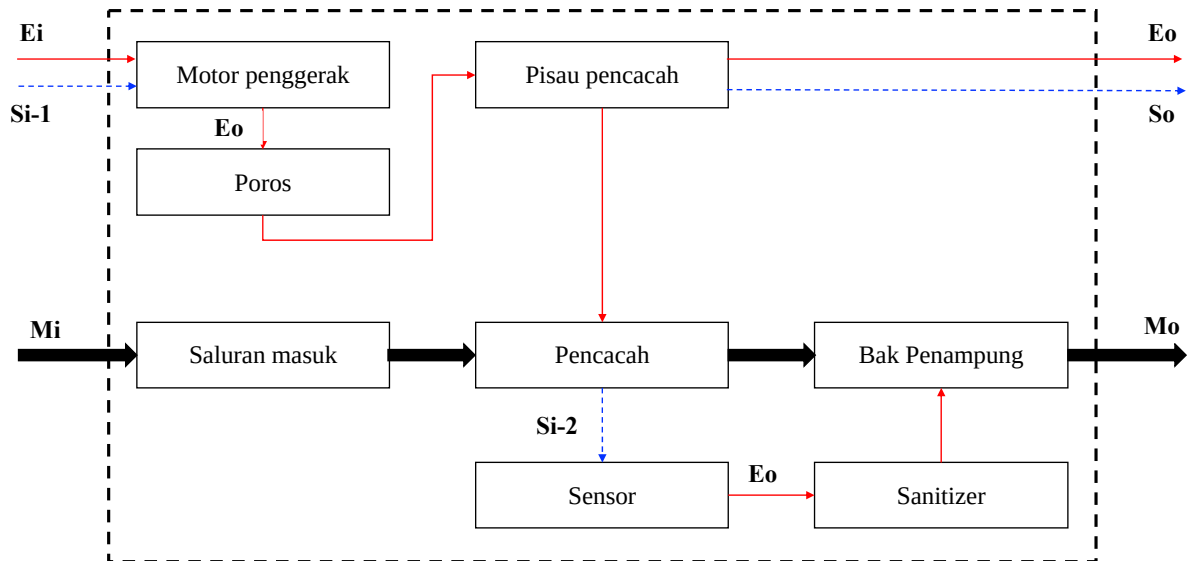
Gambar 1. Diagram alir penelitian



Gambar 2. Prinsip kerja mesin pencacah masker



Gambar 3. Diagram fungsi keseluruhan



Gambar 4. Diagram sub fungsi

30 orang yang terdiri dari para tenaga kesehatan. Penyebaran kuesiner dalam penelitian ini, menggunakan aplikasi Google Forms. Data yang diperoleh kemudian diinterpretasikan ke dalam bentuk tabel D & W atau tabel kebutuhan (*demand*) dan keinginan (*wishes*).

- Perancangan konsep

Tahap perancangan konsep ini dilakukan setelah diperoleh tabel D & W. Selanjutnya adalah menterjemahkan prinsip kerja dari mesin pencacah masker yang akan dirancang seperti yang tergambar pada Gambar 2.

- Perancangan bentuk

Perancangan bentuk atau *embodiment design* atau perwujudan perancangan merupakan tahap lanjut setelah perancangan konsep. Konsep perancangan yang didapat, maka selanjutnya ada mewujudkan perancangan tersebut menjadi suatu gambar teknik utuh baik dalam bentuk 3D Model dan 2D Model yang merupakan dari hasil varian konsep terpilih. Untuk memperoleh bentuk produk diperlukan *software* desain, dalam penelitian ini menggunakan *software* Autodesk Inventor 2021 *student version*.

- Perancangan detail

Pada tahap perancangan detail, susunan komponen produk, bentuk, dimensi, material dari setiap komponen produk telah ditetapkan. Hasil akhir tahap ini adalah gambar rancangan lengkap dengan spesifikasi produk yang disebut dengan dokumen rancangan produk.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi Kebutuhan

Tahap ini, merupakan tahap awal dan menjadi sangat penting, karena perlu adanya pemahaman terhadap kebutuhan pengguna yang diimplementasikan pada desain mesin pencacah masker yang akan di rancang.

Hal pertama yang harus dilakukan adalah menentukan kebutuhan (*demand*) dan keinginan (*wishes*). Dalam proses perancangan terdapat aspek-aspek yang dibutuhkan dalam penentuan konsep

Tabel 1. Demand (D) and Wishes (W)

Persyaratan	D / W	Intepretasi Kebutuhan
Dimensi	D	Ukuran tidak terlalu besar
Material	W	Kokoh dan kuat
	D	Tahan karat
Perawatan	D	Mudah memperoleh komponen
	D	Mudah mengganti komponen
Manufaktur	W	Biaya produksi murah
	D	Mudah dibongkar pasang
Keselamatan	W	Mekanisme tidak membahayakan
	D	Aman digunakan di lingkungan
Ergonomis	W	Tombol mudah dijangkau
	D	Nyaman dalam penggunaan

perancangan, yaitu aspek kebutuhan (*demand*) dan keinginan (*wishes*). Aspek-aspek tersebut disusun ke dalam tabel D & W (Tabel 1) sesuai dengan data yang diperoleh dari kuisioner yang telah dibagikan kepada 32 orang responden. Jenis pekerjaan responden terdiri dari para tenaga kesehatan, diantaranya perawat, penjaga apotek, dan yang terlibat dalam bidang kesehatan, serta dari beberapa karyawan swasta maupun para pelajar dan mahasiswa, karena pada keadaan saat masih dalam pandemi COVID-19, maka tentunya semua masyarakat rata-rata menggunakan masker untuk melindungi diri dari virus COVID-19 maupun agar terlindungi dari polusi udara sekitar.

B. Perancangan Konsep

Tahap selanjutnya adalah perancangan konsep, dalam tahap ini diperlukan sistem mekanik atau cara kerja mesin yang diinginkan, yaitu proses pencacahan dengan bahan baku masker medis. Berdasarkan hal tersebut perlu dibuat diagram fungsi keseluruhan (Gambar 3) dan diagram sub fungsi (Gambar 4) agar rancangan yang dibuat sesuai dengan cara kerja mesin.

Keterangan Gambar 3 dan Gambar 4:

- Ei = Energi *input* => Energi listrik
- Mi = Material *input* => Masker medis
- Si-1= Sinyal *input* 1 => Tombol on
- Si-2= Sinyal *input* 2 => Sensor Gerak
- Eo = Energi *out* => Energi mekanik
- Mo = Material *out* => Cacahan masker medis
- So = Sinyal *out* => Tombol off

Berdasarkan Gambar 3, dari energi *input* berupa energi listrik yang merubah menjadi energi mekanik berupa pemicu motor listrik yang menggerakkan pisau pencacah melalui poros motor yang nantinya akan mencacah masker yang dimasukkan ke dalam mesin tersebut. Dari material *input*-nya berupa limbah masker, sedangkan untuk sinyal *input*-nya yaitu berupa proses penyalaan dari mesin tersebut

yang akan menggerakkan sistem pencacah. Kemudian dari proses ini akan menghasilkan material *output* berupa limbah masker yang sudah tercacah yang selanjutnya akan disemprot menggunakan *sanitizer* di dalam kotak di bawah tempat pencacah. Sanitizer aktif setelah sensor memerintahkan menyemprot akibat terbanya gerak masker tercacah yang jatuh ke tempat bak penampungan (detail lihat Gambar 4).

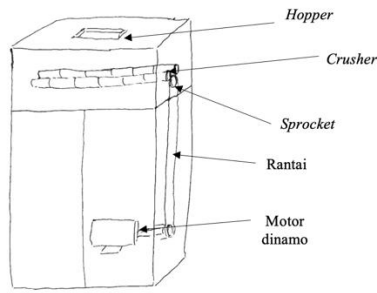
Proses memasukkan limbah masker ke dalam mesin masih menggunakan tangan secara satu persatu. Selanjutnya mesin tersebut akan mencacah limbah masker tersebut dengan pisau *double crusher roller*. Setelah proses pencacahan hingga maksimal maka proses selanjutnya yaitu di dalam mesin di bawah sebagai tempat serpihan-serpihan limbah masker yang sudah hancur, maka serpihan-serpihan tersebut akan tertekan oleh serpihan-serpihan yang baru dan akan menjadi gumpalan atau padatan sebelum dibuka *cover* untuk dikeluarkan. Setelah di dalam ruang serpihan-serpihan limbah masker sudah penuh atau sudah menjadi gumpalan atau padatan tersebut yang akan diinformasikan oleh sensor otomatis yang akan mendeteksi jika kapasitas dari ruang serpihan serpihan limbah masker tersebut telah maksimal lalu gumpalan atau padatan tersebut dapat diambil.

Setelah tabel D & W diperoleh, maka selanjutnya dilakukan penyusunan konsep alternatif dengan *morphological chart*. Untuk membuat *morphological chart*, pertama harus menentukan sub fungsi nya terlebih dahulu, lalu kemudian dicantumkan sub fungsi dengan berbagai pilihan. Kemudian dari beberapa pilihan tersebut disusunlah berbagai konsep alternatif yang memenuhi persyaratan spesifikasi mesin seperti yang terlihat pada tabel 2.

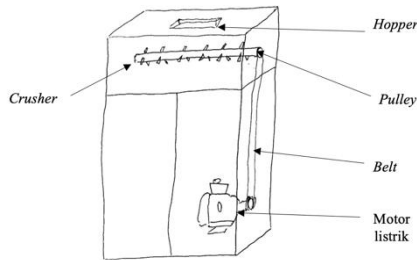
Dari hasil kombinasi tabel prinsip solusi dihasilkan kombinasi sebagai berikut:

- Varian 1: F1-S1, F2-S1, F3-S2, F4-S1, F5-S1, F6-S1, F7-S1.
- Varian 2: F1-S2, F2-S2, F3-S1, F4-S3, F5-S2, F6-S2, F7-S2.
- Variasi 3: F1-S3, F2-S3, F3-S2, F4-S3, F5-S2, F6-S2, F7-S3.

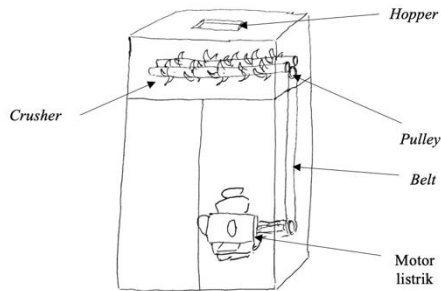
Dalam pembuatan konsep varian harus memperhatikan dari segi teknik dan ekonominya. Berikut adalah perancangan konsep mesin pencacah masker berdasarkan hasil tabel *morphological chart* yang telah dibuat sebelumnya. Gambar 5 merupakan varian 1 dengan menggunakan motor listrik dengan *double crusher roller* dan *hooper*. Untuk varian 2 menggunakan mesin diesel dengan *single crusher* 3 bilah dan *hooper* seperti yang ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 5. Varian 1



Gambar 6. Varian 2



Gambar 7. Varian 3

Untuk varian 3, menggunakan mesin diesel juga dengan *double crusher* 3 bilah dan *hooper* seperti pada Gambar 7. Setelah diperoleh dan memiliki hasil sketsa varian konsep mesin, maka selanjutnya dilakukan proses pembuatan pohon objektif (lihat Gambar 8) untuk mendapatkan evaluasi dari

penilaian bobot pada tiap-tiap varian untuk memperoleh 1 konsep terbaik.

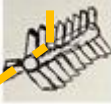
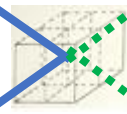
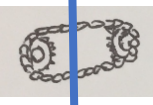
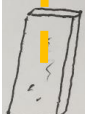
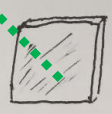
Konsep varian yang telah dibuat harus dievaluasi satu persatu. Evaluasi berarti menentukan perawatan, perancangan, dan operasi sebuah solusi apakah memenuhi sebuah tujuan. Evaluasi ini termasuk membandingkan sebuah solusi dengan solusi yang dianggap ideal. Dari nilai kriteria pembobotan evaluasi di atas maka pemberian nilai evaluasi dari 3 varian konsep mesin yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel 3.

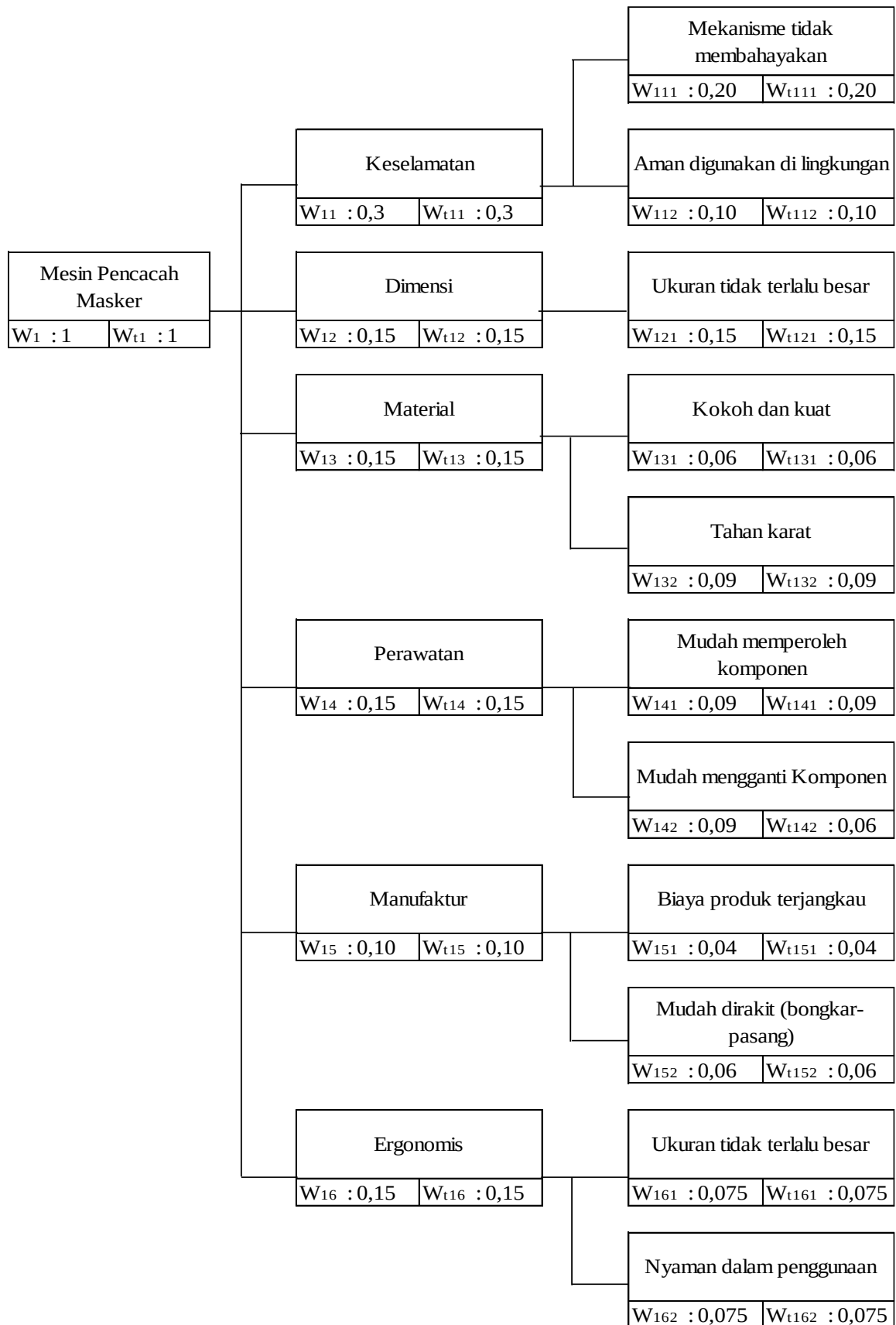
Setelah dilakukan proses pembobotan varian konsep berdasarkan pohon objektif dan berdasarkan penilaian nilai bobot varian, maka diperoleh hasil varian terpilih yaitu varian 1 dengan total bobot nilai 6,42. Sementara untuk 2 varian lainnya memiliki total nilai 6,04 (lihat tabel 3). Selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan spesifikasi komponen utama dari hasil varian terpilih.

C. Perancangan Bentuk

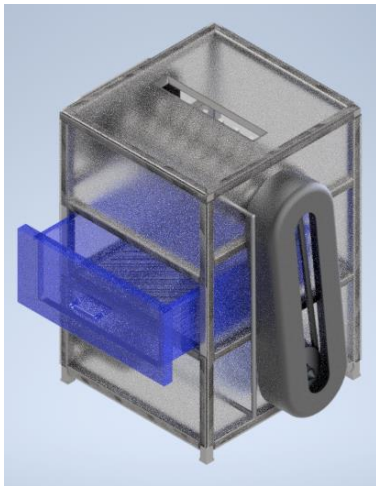
Gambar 9 menampilkan hasil dari perancangan mesin pencacah masker dari konsep varian terpilih yang diwujudkan ke dalam bentuk model 3D. Pada saluran masuk dibuat sistem *hopper* yang memiliki kedalaman, sehingga saat tangan memasukkan masker yang akan dicacah akan terjaga dengan baik (dari sisi *safety*). Dan pada penampungan masker yang sudah dicacah terdapat sistem saluran *hand sanitizer* yang akan membantu menghilangkan virus atau bakteri yang menempel pada masker yang sudah dicacah. Sehingga pada saat limbah domestik dibuang akan aman dan tidak akan menyebabkan virus atau bakteri berpindah ke tempat sampah pembuangan limbah domestik.

Tabel 2. Morphological Chart

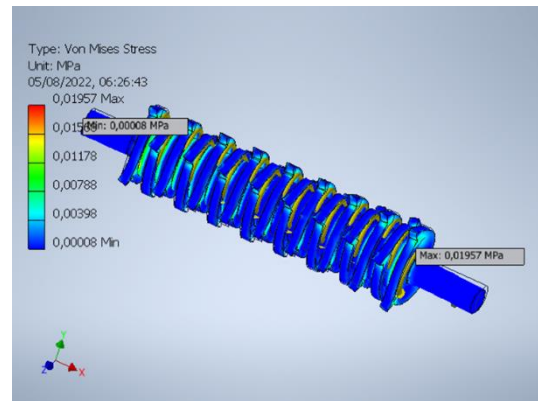
No.	Sub fungsi	Solusi		
		1	2	3
1	Memasukkan masker			
		Hopper kedalaman	Hopper datar	Hopper berlubang
2	Mencacah masker			
		Double crusher roller	Single crusher	Double crusher
3	Wadah masker bedah			
		2 box	4 box	
4	Ubah energi			
		Motor dinamo	Motor diesel	Motor listrik
5	Penyalur daya			
		Rantai	Belt	
6	Transmisi daya			
		Sprocket	Pulley	
7	Material cover	 1	 2	 3
		Acrylic	Plastik	Metal



Gambar 8. Pohon objektif



Gambar 9. Hasil varian mesin terpilih



Gambar 10. Simulasi pembebanan

Tabel 3. Pembobotan varian konsep mesin pencacah masker

No	Kriteria Evaluasi	Bobot Kriteria	Parameter	Varian 1			Varian 2			Varian 3		
				Nilai	Bobot Nilai	Besaran	Nilai	Bobot Nilai	Besaran	Nilai	Bobot Nilai	Besaran
1	Mekanisme tidak membahayakan	0,20	Kinerja	8	1,60	Sangat Baik	8	1,60	Sangat Baik	8	1,60	Sangat Baik
2	Aman digunakan di lingkungan	0,10	Kinerja	7	0,70	Sangat Baik	7	0,70	Sangat Baik	7	0,70	Sangat Baik
3	Ukuran tidak terlalu besar	0,15	Rancangan	6	0,90	Baik	5	0,75	baik	5	0,75	Baik
4	Kokoh dan kuat	0,06	Rancangan	6	0,36	Baik	6	0,36	baik	6	0,36	Baik
5	Tahan karat	0,09	Rancangan	6	0,54	Baik	6	0,54	Baik	6	0,54	Baik
6	Mudah memperoleh komponen	0,09	Biaya	6	0,54	Baik	6	0,54	Baik	6	0,54	Baik
7	Mudah mengganti komponen	0,06	Rancangan	5	0,30	Baik	5	0,30	Baik	5	0,30	Baik
8	Biaya produk terjangkau	0,04	Biaya	7	0,28	Baik	5	0,20	Baik	5	0,20	Baik
9	Mudah dirakit	0,06	Waktu dan Biaya	5	0,30	Baik	5	0,30	Baik	5	0,30	Baik
10	Ukuran tidak terlalu besar	0,075	Rancangan	6	0,45	Baik	5	0,375	Baik	5	0,375	Baik
11	Nyaman dalam penggunaan	0,075	Rancangan	6	0,45	Baik	5	0,375	Baik	5	0,375	Baik
Total		1,00			6,42			6,04			6,04	

Sedangkan pada Gambar 10 menampilkan simulasi pembebanan untuk pisau. Berdasarkan hasil pembebanan pada gambar di atas maka diperoleh nilai minimum 8×10^{-5} MPa dan nilai maksimum $1,957 \times 10^{-2}$ MPa.

D. Perancangan Detail

1. Perhitungan Kebutuhan Daya Motor Listrik

Dengan pertimbangan kinerja alat pencacah agar berfungsi dengan maksimal dan adanya motor listrik di pasaran, maka motor listrik yang digunakan adalah motor listrik dengan daya 1 HP.

Spesifikasi motor listrik yang digunakan:

- $P = 1$ HP
- $n = 1.400$ rpm
- Tegangan = 110/220 V
- Daya yang ditransmisikan $P = 1$ HP = 0,746 kW
- Faktor Koreksi $f_c = 1,5$

Maka, daya rencana untuk perhitungan poros:

$$Pd = fc \times P \quad (1)$$

$$= 1,5 \times 0,746 = 1,119 \text{ kW}$$

Keterangan:

Pd = Daya yang direncanakan (kW)

fc = Faktor koreksi

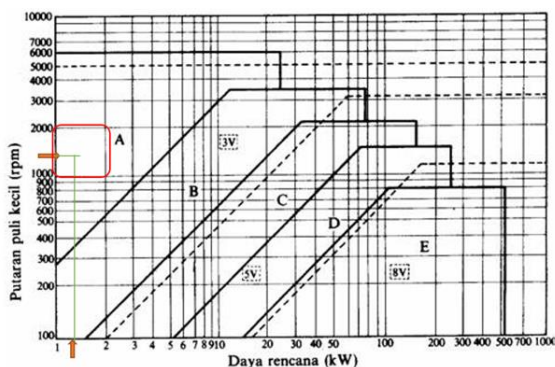
2. Perencanaan Pisau

Pisau yang direncanakan untuk mesin ini yaitu terdiri dari 2 pisau bergerak dengan spesifikasi perencanaan pisau bergerak sebagai berikut: $P \times l \times t$ (120 mm x 40 mm x 8 mm) yang dipasang pada poros dengan spesifikasi perencanaan poros: ($\varnothing 24$ mm x 390 mm).

3. Perhitungan Belt dan Pulley

a. Pemilihan Tipe Belt

Dalam menentukan tipe *belt* yang sesuai dapat diketahui dari daya perencanaan dan jumlah putaran yang terjadi di *pulley* terkecil. Diketahui daya perencanaan (Pd) = 1,119 kW; jumlah putaran (n) = 1.400 rpm.



Gambar 11. Hasil pemilihan daya sabuk

Berdasarkan diagram di atas, maka didapatkan tipe *belt* yang disarankan adalah tipe A No. 52.; Lebar (b) = 13 mm; Tinggi (h) = 8 mm; Luas (A) = $0,81 \text{ cm}^2$.

b. Jarak Antara Sumbu Poros *Pulley* dan *Pulley* Perencanaan

Untuk mendapatkan jarak antara sumbu poros *pulley* dan *pulley* perencanaan maka digunakan persamaan sebagai berikut [15]:

$$Dp < C < 3 (d_1 - d_2) \quad (2)$$

Diketahui: Diameter *pulley* motor (d_1) = 101,4 mm; Diameter *pulley* poros (d_2) = 88,9 mm, sehingga diperoleh:

$$60 < C < 3 (101,4 + 88,9)$$

$$60 < C < 570,9$$

Maka, dipilih $C = 240$ mm.

c. Panjang *Belt*

Untuk konstruksi *open belt drive*, panjang *belt* dapat diketahui dengan menggunakan persamaan hubungan antara jarak kedua poros *pulley* dengan panjang *belt*, maka digunakan persamaan sebagai berikut [15]:

$$\begin{aligned} L &= 2 \times C + \frac{\pi}{2} (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4C} \quad (3) \\ &= 2 \times 240 + \frac{\pi}{2} (101,4 + 88,9) \\ &\quad + \frac{(88,9 - 101,4)^2}{4(240)} \\ &= 779,08 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dimana diameter *pulley* motor (d_1) = 101,4 mm; diameter *pulley* poros (d_2) = 88,9 mm; serta jarak sumbu poros *pulley* dengan *pulley* perencanaan = 240 mm, berdasarkan perhitungan yang diperoleh dipilihlah panjang *belt* sesuai dengan tabel pemilihan tipe dan ukuran sabuk [15], yaitu: panjang *v-belt* (L) adalah 800 mm.

d. Jarak Sumbu Poros

Persamaan yang digunakan dalam menghitung jarak sumbu poros adalah sebagai berikut [15]:

$$C = \frac{B + \sqrt{B^2 - 8(d_1 + d_2)}}{8} \quad (4)$$

Dimana nilai B dirujuk pada persamaan (4), maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} B &= 2 \times L - 3,14 (d_1 + d_2) \\ &= 2 \times (779,08 \text{ mm}) - 3,14 (101,4 + 88,9) \\ &= 960,61 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} C &= \frac{(960,61) + \sqrt{(960,61)^2 - 8(101,4 + 88,9)}}{8} \\ &= 240,05 \text{ mm} \end{aligned}$$

e. Jumlah Putaran *Belt*

Persamaan (5) yang digunakan untuk menghitung jumlah putaran *belt* [15].

$$u = \frac{v}{L} \quad (5)$$

Dimana diketahui : $v = 7,42 \text{ m/s}$; $L = 779,08 \text{ mm} = 0,779 \text{ m}$; maka:

$$\begin{aligned} u &= \frac{v}{L} \\ &= \frac{7,42 \text{ m/s}}{0,779 \text{ m}} \\ &= 9,52 \text{ per detik} \end{aligned}$$

f. Dimensi *Pulley*

Saat mesin pencacah masker dirancang menggunakan tipe *v-belt* A, maka diperoleh nilai-nilai berikut : $e = 12,5 \text{ mm}$; $C = 3,5 \text{ mm}$; $t = 16 \text{ mm}$; $S = 10 \text{ mm}$; $\beta = 34^\circ - 40^\circ$, sehingga diperoleh perhitungan sebagai berikut [15]:

1). Diameter *pulley* motor (d_1)

a) Mencari diameter luar

$$\begin{aligned} D_{out} &= d_1 + 2C \\ &= 101,4 + 2(3,5) \\ &= 108,4 \text{ mm} \end{aligned} \quad (6)$$

b) Mencari diameter dalam

$$\begin{aligned} D_{in} &= D_{out} - 2e \\ &= 108,4 - 2(12,5) \\ &= 83,4 \text{ mm} \end{aligned} \quad (7)$$

c) Mencari lebar *pulley*

$$\begin{aligned} B &= (z - 1)t + 2S \\ &= (1 - 1)16 + 2(10) \\ &= 20 \text{ mm} \end{aligned} \quad (8)$$

2). Diameter *pulley* yang digerakkan (d_2)

a) Mencari diameter luar

$$\begin{aligned} D_{out} &= d_2 + 2C \\ &= 88,9 + 2(3,5) \\ &= 95,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

b) Mencari diameter dalam

$$\begin{aligned} D_{in} &= d_2 - 2e \\ &= 88,9 - 2(12,5) \\ &= 63,9 \text{ mm} \end{aligned}$$

4. Diameter Poros

Untuk menghitung diameter poros dapat menggunakan persamaan sebagai berikut [15]:

$$Dp \geq \left(\frac{5,1}{\tau_a} K_t \times C_b \times T \right)^{\frac{1}{3}} \quad (9)$$

$$Dp \geq \left(\frac{5,1}{2,9} (1,2)(1,0)(778,5) \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$Dp \geq 11,79 \text{ mm} \approx 12 \text{ mm}$$

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan Tabel 3 evaluasi pembobotan varian konsep diperoleh rancangan terpilih yaitu varian 1 dengan nilai pembobotan tertinggi 6,42. Sedangkan hasil perhitungan dan pemilihan komponen mekanis mesin pencacah masker dihasilkan spesifikasi komponen-komponen utama, yaitu motor listrik dengan daya motor 1 HP, pulley motor dengan diameter 108,4 mm, pulley pada poros dengan diameter 95,9 mm, belt dengan ukuran panjang 800 mm, serta memiliki dimensi poros dengan diameter 12 mm.

Perancangan mesin pencacah masker ini belum dapat dipastikan optimal atau tidak, maka dari itu perlu adanya pembuatan prototipe dan pengujian mesin pencacah masker agar dapat mengetahui kelemahan dari rancangan yang ada, sehingga dapat menjadi rancangan yang optimal.

V. REFERENSI

- [1] Worldometer, 'Coronavirus Statistics', *Covid-19 Coronavirus Pandemic*, 2021. <https://www.worldometers.info/coronavirus/> (Accessed Apr. 13, 2021).
- [2] Katadata, 'Pantau Data Vaksinasi Dan Corona Indonesia', *Krisis Virus Corona*, 2021. <https://katadata.co.id/data-corona> (Accessed Apr. 13, 2021).
- [3] Satgas, 'Peta Sebaran Covid-19', *Satuan Tugas Penanganan Covid-19*. <https://covid19.go.id/peta-sebaran-covid19#> (Accessed Apr. 11, 2021).
- [4] Y. S. Wibowo, R. Susetyaningsih, M. R. S. Darmanijati, And I. A. As, 'Pemanfaatan Limbah Masker Sekali Pakai Sebagai Campuran Pembuatan Paving Block', *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, Vol. 22, No. 2, pp. 1–8, 2022.
- [5] Y. Zulkarnain And R. Ridwan, 'Analisis Perancangan Tempat Pengolahan Limbah Masker Medis Dengan Mengimplementasi Antropometri Dan Ergonomic Function Deployment', *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian Dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industri*, Vol. 8, No. 2, pp. 254–262, 2022.
- [6] Y. F. Silitonga, 'Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Jenis Pet Skala Industri Rumah Tangga (Home Industry)', *Gorontalo Journal Of*

- Infrastructure And Science Engineering*, Vol. 3, No. 2, pp. 7–13, 2021.
- [7] V. A. Kholidin, 'Perancangan Mesin Pencacah Limbah Plastik Kapasitas 20 Kg/Jam', Phd Thesis, Universitas Pasundan, Bandung, 2019.
- [8] R. Napitupulu, M. Subkhan, And L. D. Nita, 'Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah Plastik', *Jurnal Manutech*, Vol. 3, No. 1, pp. 1–5, 2011.
- [9] M. Syamsiro, A. N. Hadiyanto, And Z. Mufrodi, 'Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Sebagai Bahan Baku Mesin Pirolisis Skala Komunal', *J. Mek. Sist. Termal*, Vol. 1, No. 2, pp. 43–48, 2016.
- [10] I. Nur, N. Nofriadi, And R. Rusmardi, 'Pengembangan Mesin Pencacah Sampah/Limbah Plastik Dengan Sistem Crusher Dan Silinder Pemotong Tipe Reel', In *Prosiding Semnastek*, Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, 2014, pp. 1–8.
- [11] D. Ratna, 'Rancang Bangun Mesin Pencacah Rumpuk Ternak Dengan Menggunakan Pisau Strip', Phd Thesis, Universitas Muhammadiyah Mataram, Mataram, 2021.
- [12] M. Hidayat, M. Harjono, And G. Andri, 'Rancang Bangun Alat–Mesin Pencacah Jerami Padi Untuk Penyiapan Bahan Pakan Ternak Ruminansia', In *Seminar Nasional Teknologi Peternakan Dan Veteriner*, Bogor: Pusat Penelitian Dan Pengembangan Peternakan Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian Kementrian Pertanian, 2006, pp. 912-916.
- [13] T. W. Jannah And D. J. Putra, 'Rancang Bangun Mesin Penghancur Sampah Alat Suntik', Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2017.
- [14] G. Pahl And W. Beitz, 'Engineering Design: A Systematic Approach', *Mrs Bulletin*, Vol. 71, 1996.
- [15] S. H. Suhariyanto, 'Elemen Mesin Ii', Surabaya. *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*. Surabaya, 2004.

