

PERANCANGAN ALAT UJI KEAUSAN *PIN ON DISC* SKALA LABORATORIUM

Raka Triasmoro^{*****}, Dr. Ir. Dwi Rahmalina, MT.¹, dan Dr. Agri Suwandi, ST., MT.¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

ABSTRAK. Alat uji keausan *pin on disc* merupakan salah satu alat uji *tribotester* untuk memprediksi keausan dan gesekan yang terjadi. Bagiannya terdiri dari pin dan *disc*, pin memiliki ukuran dan bentuk yang berbeda umumnya berbentuk silinder batang dengan bola dibagian bawahnya. Sedangkan *disc* berbentuk plat mempunyai tebal tertentu dan diameter seperti piringan. Penggunaan alat uji keausan *Pin On Disc* umumnya digunakan untuk menguji keausan ataupun gesekan pada material tertentu. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode perancangan Pahl & Beitz. Hasil perhitungan perancangan nilai varian 1 adalah 3,90, varian 2 adalah 3,76 dan varian 3 adalah 3,66. Maka varian 1 dipilih menjadi konsep terpilih. Data dari hasil pengujian secara simulasi analisis statik, maka didapatkan hasil nilai tegangan luluh dari material ASTM A36 sebesar $2,500 \times 10^8$ N/m², dengan dilakukan pembebanan dengan gaya yang diberikan sebesar 200 N maka didapat nilai *von mises stress* minimal sebesar $6,846 \times 10^{-1}$ N/m² dan nilai *von mises stress* maksimal sebesar $1,708 \times 10^6$ N/m². Dengan nilai maksimal *von mises stress* yang telah didapatkan lebih kecil dari nilai tegangan luluh material ASTM A36, maka kontruksi rangka dinyatakan aman.

Kata Kunci : *pin on disc*, *pahl & beitz*, keausan.

PENDAHULUAN

Dalam ilmu tribologi keausan bisa terjadi ketika dua buah benda yang saling menekan dan saling bergesekan. Keausan yang lebih besar terjadi pada material-material yang lebih lunak. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keausan itu sendiri adalah kecepatan, tekanan, kekesaran permukaan dan kekerasan material. Semakin besar kecepatan relatif benda yang bergesekan, maka keausan yang terjadi semakin tinggi. Begitu pula semakin besar tekanan yang terjadi pada permukaan kontak benda, material pun akan mengalami keausan yang cepat dan begitu juga sebaliknya. Keausan diartikan sebagai lepasnya atom dari permukaan material dan pengurangan ukuran sebagai akibat dari aksi mekanik yang terjadi pada dua buah benda. Agar dapat mengetahui secara cepat kondisi dari keausan tersebut diperlukan sebuah alat uji *tribotester* [1]. *Pin on disc* adalah salah satu dari alat uji *tribotester* yang nantinya akan digunakan sebagai alat uji pada sebuah material untuk mengetahui prediksi keausan dan gesekan yang terjadi. Alat uji *pin on disc* sendiri terdiri dari pin yang berbentuk silinder kemudian dibagian bawahnya ada rongga untuk menempatkan sebuah bola yang terbuat dari material tertentu sesuai kebutuhan pengujian dan *disc* sebagai spesimen uji merupakan sebuah piringan yang terbuat dari material tertentu. Pada proses pengujian menggunakan alat uji *pin on disc* pin ditekan pada *disc* dengan beban tertentu dan *disc* berputar dengan kecepatan tertentu juga sesuai kebutuhan pengujian [2]. Pengujian keausan menggunakan alat uji *pin on disc* dibutuhkan untuk pengaplikasian komponen *disc brake* pada kendaraan.

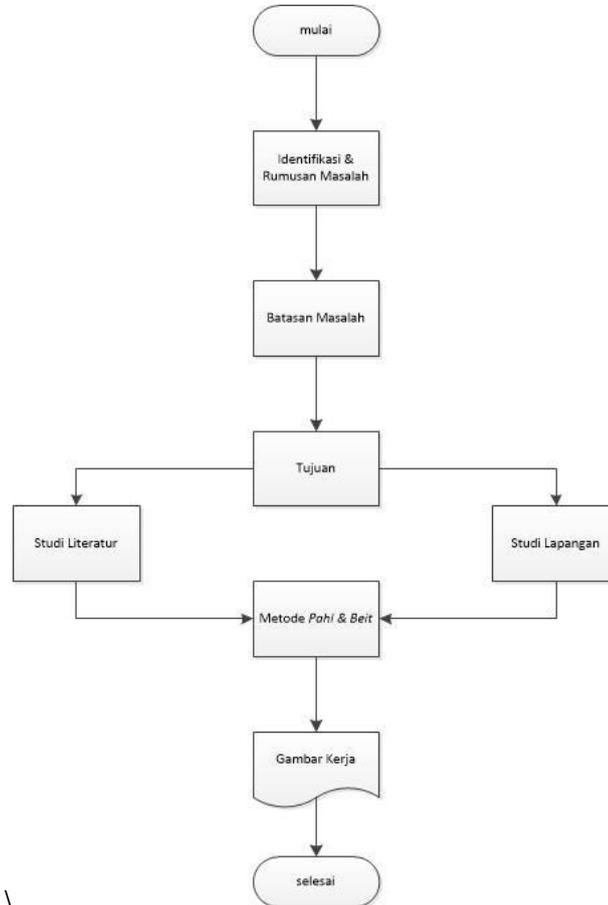
Berdasarkan penelitian dari Armanto [3] dengan judul Perancangan mesin uji tribologi *pin on disc*, kecepatan putaran motor yang digunakan 5 rpm sampai dengan 30 rpm, dengan jarak *rolling disc* (material uji) \varnothing 95 mm dan pembebanan yang digunakan antar 0,05 N sampai dengan 5 N dan temperature 25°C sampai dengan 85°C dan bola baja pada pin \varnothing 6 mm sampai dengan \varnothing 10 mm. Sedangkan menurut penelitian dari Darmanto [2] dengan judul Analisis keausan aluminium menggunakan *tribotester pin on disc* dengan variasi kondisi pelumas yaitu dengan menggunakan *pin* batang dengan berat 3,98 g dan tekanan pada pin 24,81 kg/mm², dan pengujian tanpa menggunakan pelumas dan menggunakan pelumas SAE 40 dan SAE 140. Dari penelitian dari Armanto ada beberapa kekurangan seperti kecepatan maksimal dari putaran motor hanya mencapai 30 rpm, pembebanan maksimal hanya mencapai 5 N, diameter maksimal *disc* hanya mencapai \varnothing 95 mm dan titik pembebanan tidak dapat diubah-ubah.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan rancangan alat uji keausan *pin on disc* skala laboratorium dan mendapatkan spesifikasi komponen utama untuk alat uji keausan *pin on disc* skala laboratorium. Dengan

kecepatan putaran motor yang digunakan 5 rpm sampai dengan 2000 rpm, diameter *disc* 185 mm dan pembebanan yang digunakan antar 1 N sampai dengan 200 N dan bola baja pada pin Ø 6 mm sampai dengan Ø 10 mm. Kemudian titik pembebanan pada *disc* dapat diubah – ubah dan terdapat *cover* pelindung dari percikan kondisi lingkungan. Penelitian ini merujuk pada ASTM G99.

METODE PENELITIAN

Suatu proses perancangan tentunya diperlukan suatu alir atau urutan dari setiap pengerjaan yang dilakukan dengan metode perancangan yang digunakan adalah Pahl & Beitz. Berikut ini diagram alir penelitian yang dilakukan seperti gambar 1



Gambar 1 Diagram alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan pada penelitian ini mengenai proses perancangan dengan metode Pahl & Beitz dan perhitungan komponen utama alat uji keausan *pin on disc* skala laboratorium.

a. Proses Perancangan

1) Identifikasi Kebutuhan

Pada tahapan identifikasi kebutuhan, perancang mengumpulkan informasi mengenai alat rancangan untuk menentukan *Demand and Wishes* dari alat yang akan dirancang. Dengan melakukan observasi alat yang sudah ada untuk mendapatkan hasil rancangan yang lebih baik dari rancangan sebelumnya.

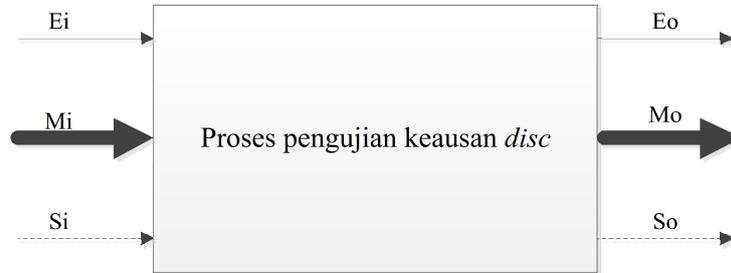
Tabel 1 *Demand and Wishes*

No.	D/W	Uraian
1	D	Rangka alat uji kokoh dan kuat
2	D	Alat uji <i>Pin On Disc</i> mudah dalam perawatan
3	D	Nilai pembebanan <i>pin</i> dapat diatur dan kecepatan putar <i>disc</i> juga dapat diatur
4	D	Kondisi lingkungan berupa air dan oli

5	<i>W</i>	Titik pembebanan dapat diubah-ubah
6	<i>W</i>	Alat uji <i>Pin On Disc</i> mudah saat digunakan
7	<i>W</i>	Lcd untuk mengetahui nilai pembebanan
8	<i>D</i>	Cover pelindung dari percikan hasil kondisi lingkungan

2) Fungsi Keseluruhan

Setelah mendapatkan persyaratan dari *demand and wishes*, selanjutnya membuat blok fungsi yang menunjukkan hubungan antara *input* dan *output* yang berupa aliran energi, material dan sinyal.

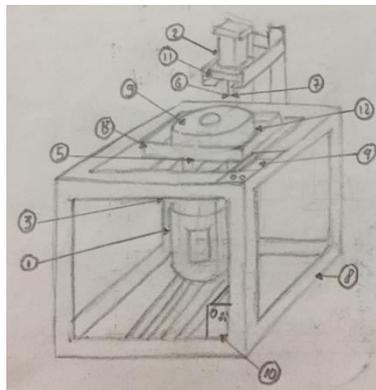


Gambar 2 Blok fungsi

Pada alat uji keausan *pin on disc* energi masuk (E_i) adalah energi listrik dan energi keluar (E_o) adalah energi mekanik. Untuk material yang masuk (M_i) adalah *disc* dan material keluar (M_o) adalah *disc* sudah teruji. Sedangkan untuk sinyal masuk (S_i) adalah tombol ON dan sinyal keluar (S_o) adalah tombol OFF.

3) Prinsip Solusi

Prinsip solusi menjelaskan untuk memenuhi sub fungsi dengan cara memilih dari varian yang perancang buat. Dengan cara membuat *morfologi chart* kemudian mengkombinasikan dari komponen yang akan digunakan agar menghasilkan 3 varian yang dimana satu diantaranya akan menjadi pilihan terbaik. Berikut ini varian-varian yang didapat dari *morfologi chart*.

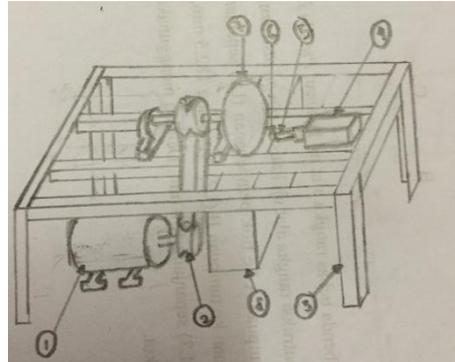


Gambar 3 Varian 1

Keterangan :

1. Motor AC
2. Silinder pneumatik
3. Kopling
4. Rangkaian pneumatic dan sensor
5. Rumah bearing
6. Indentor
7. Bola baja
8. Rangka alat uji
9. Cekam
10. Inverter
11. *Mounthing air cylinder*

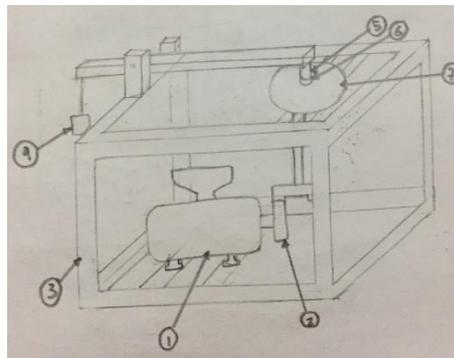
12. Dudukan cekam
13. Wadah



Gambar 4 varian 2

Keterangan :

1. Motor DC
2. Pulley
3. Rangka
4. Silinder pneumatik
5. Indentor
6. Bola baja
7. Cekam
8. Wadah



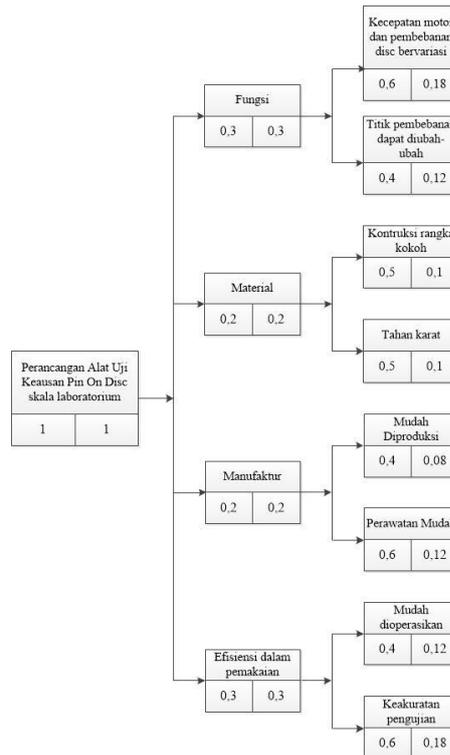
Gambar 5 varian 3

Keterangan :

1. Motor bensin
2. Gear
3. Rangka
4. Anak timbangan
5. Indentor
6. Bola baja
7. Cekam

4. Pohon Keputusan

Setelah mendapatkan 3 varian dari hasil kombinasi, selanjutnya membandingkan sebuah solusi dengan solusi yang dianggap ideal. Untuk menentukan varian terpilih maka sebelumnya dibuat dahulu pohon keputusan seperti gambar 6



Gambar 6 Pohon keputusan

5. Pembobotan

Setelah menentukan pohon keputusan kemudian membuat kriteria evaluasi pembobotan dari ketiga varian tersebut dan varian yang mendapat nilai tertinggi maka varian tersebut akan terpilih.

Table 2 Kriteria Evaluasi Pembobotan

No	Kriteria Evaluasi	Bobot	Varian 1		Varian 2		Varian 3	
			Nilai	Bobot Nilai	Nilai	Bobot Nilai	Nilai	Bobot Nilai
1	Kecepatan putaran motor dan pembebanan disc bervariasi	0,18	4	0,72	4	0,72	4	0,72
2	Titik pembebanan dapat diubah-ubah	0,12	4	0,48	3	0,36	3	0,36
3	Kontruksi kokoh	0,1	4	0,4	4	0,4	3	0,3
4	Tahan karat	0,1	3	0,3	3	0,3	4	0,4
5	Mudah diproduksi	0,08	4	0,32	4	0,32	4	0,32
6	Perawatan mudah	0,12	4	0,48	4	0,48	3	0,36
7	Mudah dioperasikan	0,12	4	0,48	4	0,48	4	0,36
8	Keakuratan pengujian	0,18	4	0,72	4	0,72	3	0,54
Total Bobot Nilai			3,90		3,78		3,66	

Berdasarkan hasil dari tabel 2 kriteria evaluasi pembobotan maka terpilih varian 1 sebagai varian terpilih dengan total nilai 3,90.

b. Perhitungan Komponen

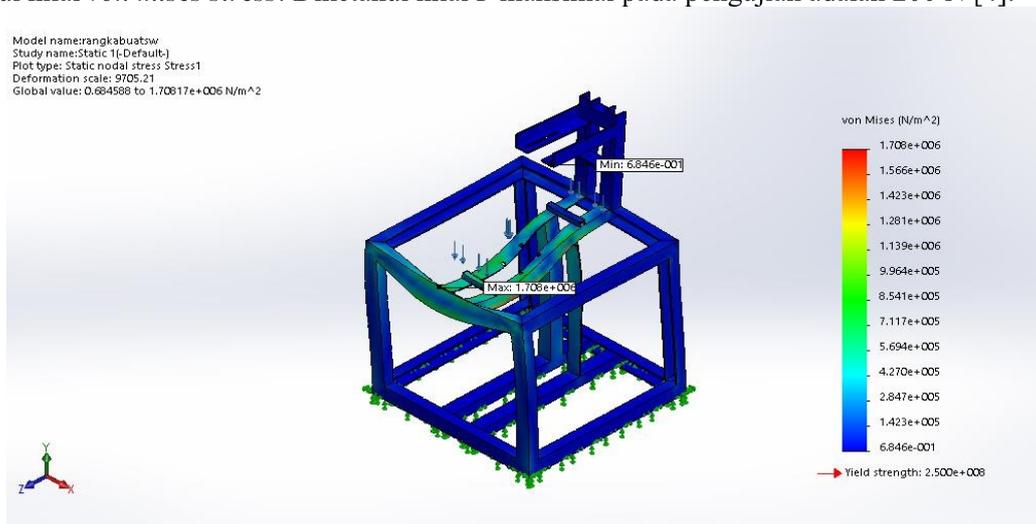
Adapun perhitungan komponen utama dari alat uji keausan *pin on disc* skala laboratorium dengan parameter-parameter yang sudah ditentukan. Seperti pada tabel 3 hasil perhitungan komponen ;

Tabel 3 Hasil perhitungan komponen

No	Parameter	Rumus	Hasil
1	Diameter piston pneumatik	$D = \sqrt{A \times \frac{4}{\pi}}$	Ø29,1 mm
2	Torsi	$\tau = F \times r$	31,94 N.m
3	Daya Motor	$P = \frac{\tau \times n}{5252}$	0,6080 kW
4	Ampere motor	$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi}$	1,8134 Ampere
5	Slip pada motor	$\% slip = \frac{ns - n}{ns} \times 100\%$	5,8 %
6	Efisiensi daya motor	$\eta = \frac{P_{output}}{p} \times 100\%$	81,06%
7	Energi terpakai	$W = P \times t$	0,00016 kWh
8	Daya rencana poros	$P_d = fc \times P$	1,125 kW
9	Momen rencana poros	$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n1}$	7305 kg.mm
10	Tegangan geser poros	$\tau = \frac{5,1 \times T}{ds^3}$	2,2734 kg/mm ²
11	Tegangan geser yang diijinkan poros	$\tau\alpha = \frac{\sigma B}{Sf1 \times Sf2}$	9,74 kg/mm ²
12	Kesetimbangan kontruksi rangka	$R_a + R_b + R_c - F = 0$	0

c. Analisis Statik

Analisis statik dilakukan dengan menggunakan *software solidwork 2017*, analisis ini dilakukan untuk mengetahui nilai *von mises stress*. Diketahui nilai F maksimal pada pengujian adalah 200 N [4].



Gambar 7 Hasil analisis *von mises stress*

Dari gambar 7 didapatkan hasil dari analisis *von mises stress* bahwa *von mises stress* minimal berwarna biru dan nilainya sebesar $6,846 \times 10^{-1} \text{ N/m}^2$ kemudian *von mises stress* maksimal berwarna merah dan nilainya sebesar $1,708 \times 10^6 \text{ N/m}^2$. Nilai tegangan luluh dari material ASTM A36 adalah $2,500 \times 10^8 \text{ N/m}^2$. Dengan nilai maksimal *von mises stress* yang telah didapatkan lebih kecil dari nilai tegangan luluh material ASTM A36, maka kontruksi rangka dinyatakan aman.

KESIMPULAN

1. Dari tiga konsep varian maka terpilih satu varian yang dijadikan untuk alat uji keausan *pin on disc* skala laboratorium dengan masing–masing nilai yaitu varian 1 mendapatkan 3,90, varian 2 dengan nilai sebesar 3,78 dan varian 3 dengan nilai sebesar 3,66, maka varian 1 akan terpilih menjadi konsep terpilih.
2. Mendapatkan hasil perhitungan untuk menentukan motor listrik yang dibutuhkan sebesar 0,6081 Hp dikarenakan spesifikasi yang terdapat di pasaran yang mendekati hasil perhitungan adalah 1 Hp maka dipilih motor 1 Hp.
3. Dari material yang digunakan untuk melakukan analisis statik, didapatkan bahwa nilai tegangan luluh dari material ASTM A36 sebesar $2,500 \times 10^8 \text{ N/m}^2$, dengan dilakukan pembebanan dengan gaya yang diberikan sebesar 200 N maka didapat nilai *von mises stress* minimal sebesar $6,846 \times 10^{-1} \text{ N/m}^2$ dan nilai *von mises stress* maksimal sebesar $1,708 \times 10^6 \text{ N/m}^2$. Dengan nilai maksimal *von mises stress* yang telah didapatkan lebih kecil dari nilai tegangan luluh material ASTM A36, maka konstruksi rangka dinyatakan aman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Isranuri, Suprianto, and W. Aditya, “ANALISA PENGARUH BEBAN TERHADAP LAJU KEAUSAN AL-Si ALLOY DENGAN METODE PIN ON DISK TEST,” *Dinamis*, vol. II, no. 10, pp. 32–39, 2012.
- [2] D. M. T. R. d. I. S., “Analisis Keausan Alumunium Menggunakan Tribotester Pin On Disc dengan Variasi Kondisi Pelumas,” vol. 10, no. 1, pp. 19–23, 2014.
- [3] E. Armanto, A. Bruhanudin, D. D. Krisnandi, D. Prabowo, Ismoyo, and Jamari, “Perancangan Mesin Uji Tribologi Pin On Disc,” p. 140, 2012.
- [4] ASTM Norma G 99, “Standard Test Method for Wear Testing with a Pin-on-Disk Apparatus,” *Wear*, vol. 05, no. Reapproved 2010, pp. 1–5, 2011.

PERANCANGAN MESIN PEMOTONG DAN PENEPUNG TIPE DISK MILL UNTUK UBI KAYU

I Gede Eka Lesmana¹, Shania Chintya Candida²

¹ Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

² Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin D3, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

ABSTRAK

Dalam rangka mengembangkan industri kecil menengah khususnya pada pembuatan tepung tapioka, maka Perancangan Mesin Pemotong dan Penepung Ubi Kayu ini dilatar belakangi berkembangnya industri kecil menengah atau industri perumahan. Oleh karena itu pemodifikasian atau pengembangan teknologi tepat guna yang difungsikan untuk meminimalisir waktu kerja sangatlah diperlukan. Pengembangan alat yang dimaksud adalah dengan menambahkan fungsi alat tersebut menjadi pemotong dan penepung dalam satu mesin. Hal ini diharapkan dapat menghemat waktu para pengelola industri kecil menengah selain itu agar kerja mesin lebih efisien. Kapasitas pada Mesin Pemotong dan Penepung Ubi Kayu adalah 112,5 kg/jam nya dalam menghasilkan tepung tapioka dari ubi kayu yang telah dikeringkan. Cara kerja mesin ini adalah pada tahap pertama ubi kayu dipotong melalui mesin pemotong, lalu ubi kayu yang telah dipotong dikeringkan. Dan pada tahap terakhir, ubi kayu yang sudah terpotong dan sudah kering siap untuk diproses menjadi tepung pada mesin penepung. Sebelum ada ide pengembangan suatu mesin ini, sebelumnya masyarakat masih menggunakan pisau tangan dan tumbukan untuk menepungkan ubi kayu agar menjadi tepung tapioka. Metode yang digunakan pada Perancangan Mesin Pemotong dan Penepung Ubi Kayu adalah Metode *Pahl and Beitz*. Hal ini dikarenakan pengembangan mesin yang sudah ada dipasaran lalu dikembangkan agar kerja mesin lebih praktis, nyaman dan efisien dibandingkan dengan mesin yang telah ada sebelumnya. Alasan pemilihan metode Perancangan *Pahl and Beitz* ini dikarenakan metode ini sesuai dengan perancangan yang ada pada laporan ini yakni *output* perancangan ini hanya sampai hasil perancangan saja bukan alat atau mesin sebenarnya atau bahkan *prototype* dari mesin yang telah dirancang.

Kata kunci : Tepung Tapioka, Mesin Penepung, Disk Mill, Ubi Kayu, Mesin Pemotong

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis, hal tersebut tentunya menguntungkan bagi masyarakat Indonesia khususnya dalam hal pertanian ubi kayu atau singkong [1]. Kekayaan alam Indonesia mampu menjadi sumber pangan untuk memenuhi gizi masyarakat Indonesia tentunya dengan pengolahan yang baik [2]. Indonesia juga merupakan salah satu negara penghasil ubi kayu yang cukup tinggi [3]. Ubi kayu merupakan umbi – umbian yang merupakan salah satu sumber pangan utama masyarakat Indonesia. Selain dimanfaatkan sebagai bahan pangan ubi kayu juga digunakan sebagai bahan baku industri, ubi kayu banyak dimanfaatkan oleh sebagian kalangan masyarakat untuk dijadikan sebagai tepung tapioka. Industri tersebut merupakan industri yang cukup berkembang di kalangan masyarakat pedesaan.

Masyarakat pengolah industri tepung tapioka ini khususnya pada pedesaan masih menggunakan cara manual yakni menggiling, memotong, menumbuk dan lain sebagainya dalam upaya menepungkan Ubi Kayu. Hal tersebut membuat para pengolah tidak nyaman dalam menekuni pekerjaannya, dikarenakan cara pengolahan tersebut tidak sesuai dengan prinsip – prinsip ergonomi. Menurut Bridger hal tersebut menyebabkan rasa ketidaknyamanan dan merasakan keluhan pada bagian leher, kedua bahu, kedua telapak tangan, punggung bagian atas, punggung bagian bawah, kedua tangan, pinggul, kaki bagian paha, kedua lutut, kedua betis, dan jari – jari [4].

Seiring berkembangnya zaman, banyak teknologi – teknologi yang bermunculan. Hingga masyarakat tidak perlu lagi memproduksi Tepung Tapioka dengan cara menumbuk. Bahkan masyarakat tidak perlu lagi memotong Ubi Kayu tersebut dengan pisau tangan. Pemotongan Ubi Kayu sebelum dikeringkan berfungsi mempercepat proses pengeringan dari Ubi Kayu tersebut agar waktu tunggu hingga Ubi Kayu kering tidak terlalu lama.