

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tahap Perhitungan

Berdasarkan informasi dari tabel 2.2 jenis motor yang digunakan adalah motor listrik dengan daya 0,25 HP dan kecepatan 1310 rpm. Alasan pemilihan motor listrik adalah karena cocok untuk aplikasi di skala rumah tangga. Di samping itu harganya cukup ekonomis dan dapat mengoperasikan sistem transmisi beserta beban yang ada.

1. Daya Motor Listrik

Daya motor listrik sebesar 0,25 HP dengan daya 0,18 kw, serta memiliki kecepatan putaran motor listrik 1310 rpm.

2. Faktor koreksi transmisi motor dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Faktor Koreksi Daya yang Ditransmisikan

Daya yang akan ditransmisikan	fc
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

4.1.1. Daya Rencana (Pd)

Adapun persamaan untuk mencari daya rencana motor listrik menggunakan rumus

2.1.

$$Pd = fc \cdot P$$

$$Pd = 1,0 \times 0,18 \text{ kW}$$

$$Pd = 0,18 \text{ kW}$$

4.1.2 Momen Rencana (T)

Sesuai data yang diperoleh daya rencana yaitu 0,18 kw dengan 3 variasi kecepatan poros pemipil yaitu 1048 rpm, 1310 rpm dan 1747 rpm. Berikut ini merupakan persamaan untuk mencari momen rencana memakai rumus 2.2.

Momen rencana pada kecepatan putar poros pemipil 1048 rpm

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \frac{Pd}{n}$$

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \frac{0,18 \text{ Kw}}{1048 \text{ rpm}}$$

$$T = 167,29 \text{ kg.mm}$$

Momen rencana pada kecepatan putar poros pemipil 1310 rpm

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \frac{Pd}{n}$$

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \frac{0,18 \text{ Kw}}{1310 \text{ rpm}}$$

$$T = 133,83 \text{ kg.mm}$$

Momen rencana pada kecepatan putar poros pemipil 1747 rpm

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \frac{Pd}{n}$$

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \frac{0,18 \text{ Kw}}{1747 \text{ rpm}}$$

$$T = 100,35 \text{ kg.mm}$$

4.1.3. Perhitungan Pulley

Berdasarkan data yang diperoleh untuk pulley motor penggerak memakai ukuran Ø50,8 mm, pulley untuk poros pemipil menggunakan 3 variasi yaitu: Ø63,5 mm, Ø50,8 dan Ø38,1 mm.

1. Putaran pulley pemipil

Persamaan untuk mencari kecepatan putar pulley pemipil menggunakan rumus 2.3.

Putaran pulley pemipil Ø63,5 mm

$$n1.d1 = n2.d2$$

$$n2 = \frac{1310 \text{ rpm} \times 50,8 \text{ mm}}{63,5 \text{ mm}}$$

$$n2 = 1048 \text{ rpm}$$

Putaran pulley pemipil Ø50,8 mm

$$n1.d1 = n2.d2$$

$$n2 = \frac{1310 \text{ rpm} \times 50,8 \text{ mm}}{50,8 \text{ mm}}$$

$$n2 = 1310 \text{ rpm}$$

Putaran pulley pemipil Ø38,1 mm

$$n1.d1 = n2.d2$$

$$n2 = \frac{1310 \text{ rpm} \times 50,8 \text{ mm}}{38,1 \text{ mm}}$$

$$n2 = 1747 \text{ rpm}$$

2. Kecepatan keliling pulley

Putaran dari pulley motor penggerak diameter 50,8 mm mencapai 1310 rpm, sedangkan putaran pulley untuk poros pemipil dengan 3 variasi yang berbeda, hasilnya yaitu diameter pulley 63,5 mm adalah 1048 rpm, diameter pulley 50,8 mm adalah 1310 rpm, dan diameter pulley 38,1 mm adalah 1747 rpm. Di bawah ini adalah persamaan untuk mencari kecepatan putar pulley pemipil memakai rumus 2.4.

Kecepatan keliling pulley motor penggerak Ø50,8 mm dan pulley pemipil Ø63,5 mm atau rasio pulley 4:5.

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60.1000}$$

$$V = \frac{3,14 \times 63,5 \text{ mm} \times 1310 \text{ rpm}}{60.1000}$$

$$V = 4,35 \text{ m/s}$$

Kecepatan keliling pulley motor penggerak Ø50,8 mm dan pulley pemipil Ø50,8 mm atau rasio pulley 1:1.

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60.1000}$$

$$V = \frac{3,14 \times 50,8 \text{ mm} \times 1310 \text{ rpm}}{60.1000}$$

$$V = 3,48 \text{ m/s}$$

Kecepatan keliling pulley motor penggerak Ø50,8 mm dan pulley pemipil Ø38,1 mm atau rasio pulley 4:3.

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60.1000}$$

$$V = \frac{3,14 \times 38,1 \text{ mm} \times 1310 \text{ rpm}}{60.1000}$$

$$V = 2,61 \text{ m/s}$$

4.1.4. Tegangan Geser Yang Diijinkan (τ_g)

Bahan poros yang dipakai dalam mesin pemipil jagung adalah baja ST41 yang mempunyai kekuatan maksimum ($\tau_{\max}$) 41 (kg/mm^2). Dalam merancang sebuah poros pemipil penting untuk mempertimbangkan pengaruh-pengaruh yang bakal dialami oleh poros tersebut, agar diperoleh nilai tegangan geser yang diijinkan. Terdapat 2 faktor koreksi yang diperhitungkan, yaitu Sf1 dan Sf2.

Sf1 dilihat dari batas kelelahan puntir diambil dari nilai 5,6 untuk material Sf1 yang memiliki kekuatan terjamin, dan 6,0 untuk material S-C yang dipengaruhi oleh massa serta baja paduan. Sf2 diperiksa apakah poros dilengkapi dengan alur pasak atau dibuat bertangga (mengingat pengaruh konsentrasi tegangan yang cukup signifikan) serta memperhatikan pengaruh kekasaran permukaan yang juga harus diingat. Sf2 memiliki nilai antara 1,3 hingga 3,0. Dengan pertimbangan tersebut penulis memutuskan untuk menggunakan poros perontok jagung dengan menerapkan faktor keamanan yaitu: Sf1 = 6,0 (karena menggunakan bahan S-C) Sf2 = 2,0 (karena poros bertingkat). Adapun persamaan untuk menghitung tegangan geser yang diijinkan menggunakan rumus 2.5.

$$\tau_g = \frac{\sigma_b}{sf1 . sf2}$$

$$\tau_g = \frac{41}{6,0 \times 2,0}$$

$$\tau_g = 3,41 \text{ kg/mm}^2$$

4.2. Pengujian Fungsional Alat

Untuk mengetahui hasil pemipilan jagung perlu dilakukan uji fungsional pada alat yang telah dibuat.

4.2.1. Pengujian Sensor

1. Pengujian deteksi *sensor infrared*

Tabel 4.2 menunjukkan hasil uji aktivasi sensor, *timer*, dan motor dengan variable keberadaan jagung pada corong masukan. Pengujian sensor proximity telah dilakukan dan berhasil. Sistem otomatis bekerja sesuai rencana. Jika sensor proximity tidak mendeteksi adanya jagung timer aktif. setelah menunggu 20 detik motor bakal berhenti dengan sendirinya (*standby*).

Tabel 4. 2 Aktivasi Sensor, Timer dan Motor pada Keberadaan Jagung di Corong

No Percobaan	Tempat masuk jagung	Sensor proximity	Timer	Motor
1	v	v	x	v
2	v	v	x	v
3	v	v	x	v
4	v	v	x	v
5	v	v	x	v
6	x	x	v	x
7	x	x	v	x
8	x	x	v	x
9	x	x	v	x
10	x	x	v	x

Keterangan v : ada/aktif

x : tidak ada/tidak aktif

Tabel 4.2 menyajikan hasil pengujian sistem otomatis yang menggunakan sensor keberadaan jagung (sensor *proximity infrared*), timer, dan motor penggerak. Pada percobaan 1 hingga 5 sensor *proximity infrared* berhasil mendeteksi keberadaan jagung dicorong, yang langsung mengaktifkan motor penggerak sementara timer tetap dalam keadaan non-aktif. Hal ini menunjukkan bahwa sistem segera memulai proses penggerakan motor begitu jagung terdeteksi. Sebaliknya pada percobaan 6 hingga 10 ketika corong kosong dari jagung sensor *proximity infrared* tidak aktif. Dalam kondisi ini timer aktif yang mengakibatkan motor penggerak menjadi non-aktif (*standby*).

Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sistem kontrol berfungsi sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan. Sensor *proximity* bekerja dengan baik dalam mendeteksi keberadaan jagung, dan logika kontrol memastikan bahwa motor hanya aktif ketika jagung terdeteksi di corong masukan. Aktivasi timer setelah tidak ada deteksi jagung memperlihatkan penerapan mekanisme penundaan untuk menghentikan motor sesuai dengan rancangan sistem yang dibuat, penundaan 20 detik sebelum motor memasuki kondisi *standby*. Secara keseluruhan sistem ini

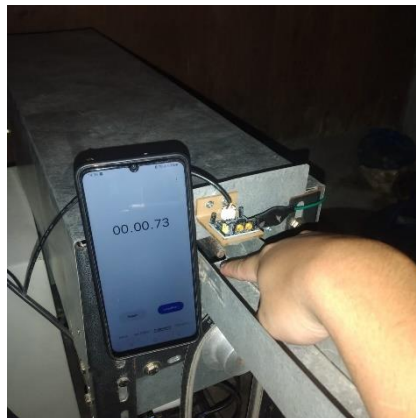
efektif dalam mengotomatisasi pengoperasian motor berdasarkan keberadaan material yang sedang diproses. Pengujian deteksi sensor *infrared* dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Pengujian deteksi sensor *infrared*

2. pengujian waktu kerja sistem *interlock safety human*

Untuk mengetahui waktu kerja dari sistem *interlock safety human*, dilakukan pengujian dengan memberikan gangguan berupa tangan manusia diwilayah masukan corong masukan jagung. Pengujian waktu kerja *interlock* sensor PIR bisa dilihat digambar 4.2.



Gambar 4. 2 Pengujian waktu kerja interlock sensor PIR

Dari hasil uji coba ini terlihat pada tabel 4.3 dimana percobaan dilaksanakan sebanyak 10 kali. Waktu kerja sistem interlock ini dari sensor yang mendeteksi gangguan dan mengirimkan sinyal trip ke motor AC adalah rata-rata 1,15 detik.

Tabel 4. 3 Pengujian Waktu Kerja *Interlock Safety Human*

No.	Status	Waktu Deteksi (s)
1.	Deteksi	0.87
2.	Deteksi	1.33
3.	Deteksi	0.93
4.	Deteksi	0.80
5.	Deteksi	1.52
6.	Deteksi	1.1
7.	Deteksi	1.26
8.	Deteksi	0.73
9.	Deteksi	0.61
10	Deteksi	1
Rata-rata		1.15

4.2.2. Penggunaan Arus listrik

Tabel ini menyajikan informasi tentang penggunaan arus motor pada tiga variasi putaran poros pemipil yaitu 1048 rpm, 1310 rpm, dan 1747 rpm. dengan dua kondisi: tanpa beban (-) dan berbeban 3 kg. Hasil monitor arus operasional alat dapat dilihat datanya pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Monitor Arus Operasional

No.	Putaran Poros Pemipil (RPM)	Beban jagung (Kg)	Arus (A)
1.	1048	-	0,67
		3	0,82
2.	1310	-	0,67
		3	0,80
3.	1747	-	0,62
		3	0,80

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa arus listrik pada motor ac 1 fasa mengalami peningkatan saat diberi beban 3 kg pada setiap variasi kecepatan poros pemipil (1048, 1310, dan 1747 rpm). Hal ini menunjukkan bahwa ada kebutuhan daya yang lebih tinggi untuk mengatasi beban mekanis selama proses pemipilan. Menariknya dalam keadaan tanpa beban arus cenderung berkurang seiring dengan meningkatnya kecepatan poros pemipil. Namun pola ini berubah ketika motor diberi beban dimana pada kecepatan terendah (1048 rpm) justru menarik arus tertinggi (0,82 A), diikuti oleh 1310 rpm dan 1747 rpm (0,80 A). Tren arus ini menggambarkan kebutuhan daya motor dalam berbagai kondisi kerja, dimana beban menyebabkan peningkatan konsumsi daya sedangkan pada kondisi berbeban kecepatan rendah memerlukan lebih banyak arus dan daya. Penggunaan arus listrik ketika diberi beban jagung dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Penggunaan arus listrik ketika diberi beban jagung

4.2.3. Hasil Pengujian Alat Pemipil Jagung

1. Hasil pengujian alat pemipil Jagung

Hasil pengujian pemipil jagung ini mencakup sejumlah parameter yang dijelaskan sebagai berikut. Faktor-faktor seperti berat awal jagung yang hendak dipipil, jumlah waktu yang diperlukan, berat biji jagung yang dihasilkan, berat bonggol yang masih tercampur biji jagung, dan RPM poros pemipil yang divariasikan. Ini digunakan untuk mengukur seberapa besar pengaruh variasi putaran poros pemipil terhadap perontokan biji jagung dari bonggolnya. Hasil uji pemipilan jagung dapat dilihat di gambar 4.4 dan tabel 4.5 berikut.



(a)



(b)

Gambar 4. 4 (a) Biji jagung tertinggal dibonggol (b) Hasil pemipilan jagung**Tabel 4. 5** Data Hasil Pemipilan Jagung

No	Putaran Poros Pemipil (RPM)	Berat Awal Jagung (Kg)	Hasil Pemipilan (Kg)			Waktu (Menit)	Berat Total Jagung Tanpa Bonggol (Kg)	Rate Kg/ Menit
			Terpipil	Bonggol Tercampur Biji Jagung	Tidak Terpipil			
1.	1048	3	2,56	0,48	0,03	2.07	2,59	1,23
2.	1310	3	2,49	0,51	0,21	2.59	2,7	0,96
3.	1747	3	2,41	0,66	0,26	3.12	2,67	0,77

Tabel 4.5 menunjukkan data pengujian untuk kapasitas pipilan. Berdasarkan 3 kali pengujian dengan bahan baku yang konstan sebanyak 3 kg, jumlah butiran jagung yang dihasilkan bervariasi. Hasil pengujian pipilan jagung menunjukkan bahwa kecepatan putar poros pemipil memengaruhi jumlah jagung yang dipipil. Poros pemipil dengan putaran 1048 rpm dapat memipil 3 kg jagung dalam waktu 2 menit 7 detik dan menghasilkan biji jagung 2,56 kg. Dalam pengujian kedua dengan kecepatan 1310 rpm, mesin dapat memipil 3 kg jagung selama 2 menit 59 detik dan menghasilkan biji jagung sebesar 2,49 kg. Dalam pengujian ketiga dengan putaran 1747 rpm, mesin pemipil dapat memipil jagung 3 kg selama 3 menit 12 detik dan menghasilkan biji jagung sebesar 2,41 kg. Rate pemipilan jagung pada kecepatan 1048 rpm adalah sebesar 1,23 Kg/menit atau 73,8 Kg/Jam, sedangkan di kecepatan 1310 rpm rate pemipilan sebesar 0,96 Kg/Menit atau 57,6 Kg/Jam dan pada putaran

mesin tertinggi 1747 rpm menunjukkan rate pemipilan terendah yaitu 0,77 Kg/Menit atau 46,2 Kg/Jam.

Dapat dilihat bahwa variasi kecepatan putar pada poros pemipil memiliki pengaruh terhadap waktu. Semakin cepat putaran yang digunakan semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk merontokan biji jagung. Hal ini dipengaruhi oleh motor penggerak yang dipakai, ukuran jagung, kecepatan putaran, serta kadar kelembapan biji jagung, sehingga waktu yang diperoleh untuk setiap perlakuan dapat berbeda meskipun massa jagung yang digunakan adalah sama.

2. Persentase jagung terpipil dan tidak terpipil

Tabel berikut menunjukkan hasil persentase jagung terpipil dan tidak terpipil. Persentase jagung terpipil dan tidak terpipil, dapat dilihat datanya ditabel 4.6.

Tabel 4. 6 Persentase Jagung Terpipil dan Tidak Terpipil

No.	Putaran Poros Pemipil (RPM)	Kondisi Jagung (%)	
		Terpipil	Tidak Terpipil
1.	1048	98,84	1,16
2.	1310	92,22	7,78
3.	1747	90,26	9,74

Persentase jagung yang terpipil dan tidak terpipil selama 3 kali percobaan dengan memvariasikan kecepatan poros pemipil menunjukkan hasil yang menarik. Pada percobaan pertama dikecepatan 1048 rpm, persentase jagung yang berhasil terpipil adalah 98,84%, sedangkan yang tidak terpipil mencapai 1,16%. Pada percobaan kedua dengan kecepatan 1310 rpm, hasil menunjukkan bahwa persentase jagung yang berhasil terpipil mencapai 92,22%, sementara persentase jagung yang tidak terpipil adalah 7,78%. Untuk percobaan ketiga dengan kecepatan 1747 rpm, persentase jagung terpipil mencapai 90,26%, sementara jagung yang tidak terpipil sebesar 9,74%. Hasil persentase yang diperoleh menunjukkan adanya perbedaan pada masing-masing percobaan yang dilakukan selama tiga kali percobaan dengan variasi putaran poros pemipil yang berbeda-beda. Perbedaan ini disebabkan oleh variasi ukuran jagung yang digunakan, sehingga hasil pemipilan jagung yang didapatkan menunjukkan perbedaan hasil pada setiap percobaan.

3. Pengujian kapasitas kerja alat

Berikut ini adalah tabel yang menampilkan hasil pengujian kapasitas kerja alat. hasil pengujian kapasitas kerja alat pemipil jagung pada tiga variasi putaran poros pemipil (RPM). Data yang disajikan mencakup berat sampel jagung yang terpipil dengan baik serta berat sampel jagung yang terpipil pecah setelah proses pemipilan. Kapasitas kerja alat pemipil jagung dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Hasil Kapasitas Kerja Alat Pemipil Jagung

No.	Putaran Poros Pemipil (RPM)	Berat sampel (Kg)	
		Terpipil Tidak Pecah	Terpipil Pecah
1.	1048	2,56	0,011
2.	1310	2,43	0,009
3.	1747	2,47	0,013

Tabel 4.7 menampilkan hasil pengujian alat untuk memipil jagung pada 3 variasi kecepatan putar poros pemipil yang berbeda. Hasilnya menunjukkan bahwa meskipun alat berhasil melakukan pemipilan terdapat sejumlah biji yang mengalami kerusakan pada setiap kecepatan, dengan tingkat kerusakan paling tinggi terjadi pada putaran 1747 rpm (0,013 kg) dan terendah pada 1310 rpm (0,009 kg). Mengenai hasil jagung yang terpipil tidak pecah, kecepatan 1048 rpm menghasilkan jumlah tertinggi (2,56 kg), sedangkan 1310 rpm menghasilkan jumlah terendah (2,43 kg), dan 1747 rpm berada di posisi tengah (2,47 kg). Hal ini mengindikasikan bahwa putaran poros pemipil yang lebih rendah (1048 rpm) mungkin lebih efektif karena menghasilkan jumlah jagung terpipil terbaik dengan tingkat kerusakan yang relatif sedikit, sedangkan putaran yang sangat tinggi (1747 rpm) cenderung meningkatkan kemungkinan kerusakan biji. Jagung terpipil pecah dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Jagung terpipil pecah

4. Pengujian konveyor

Untuk mengetahui waktu kerja dari konveyor, dilakukan pengujian dengan memberikan gangguan berupa bonggol yang bersih dari biji jagung diwilayah *belt* konveyor. Pengujian waktu kerja konveyor bisa dilihat digambar 4.6.



Gambar 4. 6 Pengujian waktu kerja konveyor

Dari hasil uji coba terlihat pada tabel 4.8 dimana percobaan dilaksanakan sebanyak 10 kali. Waktu kerja konveyor ini dari sensor infrared 2 yang mendeteksi bonggol dan mengirimkan perintah ke motor DC adalah rata-rata 11,406 detik.

Tabel 4. 8 Pengujian Waktu Kerja Konveyor

No.	Status	Waktu Deteksi (s)
1.	Deteksi	11.58
2.	Deteksi	11.41
3.	Deteksi	11.22
4.	Deteksi	11.03
5.	Deteksi	11.09
6.	Deteksi	11.49
7.	Deteksi	11.10
8.	Deteksi	11.36
9.	Deteksi	11.35
10	Deteksi	11.35
Rata-rata		11,406