

RANCANG BANGUN MODEL MESIN PENYEMBELIH SAPI MODERN SISTEM PNEUMATIK DENGAN PEMUTAR MOTOR LISTRIK

Suyadi, Supriyono, Arifudin Amin

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. Sudarto, S.H., Tembalang, Semarang, 50275, PO BOX 6199 / SMS
Telp. (024) 7473417, 7499585, Faks. (024) 7472396

Abstrak

Proses penyembelihan sapi di Rumah Pematangan Hewan (RPH) sebagian besar masih menggunakan cara tradisional sehingga terjadi kesulitan dalam prosesnya dikarenakan masih membutuhkan banyak orang jagal untuk merebahkan sapi sehingga kurang memperhatikan dari segi keamanan bagi penjalannya apabila sapi mengamuk, ke higienisan daging yang kurang, serta kurang efisien proses penyembelihan. Maka dari itu diperlukan mesin yang lebih modern untuk mendapatkan proses produksi yang lebih mudah, aman, dan higienis yakni mesin penyembelih sapi modern sistem pneumatik dengan pemutar motor listrik, dimana mesin ini menggunakan 3 silinder pneumatik sebagai pendorong dan menggunakan motor listrik sebagai pemutar. Penelitian tugas akhir ini menggunakan metode study literatur terhadap perkembangan mesin penyembelih sapi yang ada di Indonesia maupun di luar negeri. Hasil penelitian tugas akhir menunjukkan bahwa model mesin penyembelihan sapi modern sistem pneumatik dengan pemutar motor listrik ini lebih mudah, higienis dan aman dengan menggunakan tekanan kompresor 6 [bar] cukup untuk menggerakkan seluruh silinder pneumatik dengan baik, waktu siklus penembelihan yang lebih cepat dan kebutuhan operator proses penyembelihan yang lebih sedikit.

Kata Kunci : “sapi”, “penyembelih sapi”, “mesin modern”, “silinder pneumatik”, “motor listrik”.

1. Pendahuluan

Proses penyembelihan sapi di Rumah Pematangan Hewan (RPH) sebagian besar masih menggunakan cara tradisional sehingga terjadi kesulitan dalam proses penyembelihan dikarenakan masih membutuhkan banyak orang jagal untuk merebahkan sapi sehingga kurang memperhatikan dari segi keamanan bagi penjalannya apabila sapi mengamuk, ke higienisan daging kurang, serta kurang efisien proses penyembelihan. Data Badan Pusat Statistik (BPS) bahwa permintaan daging sapi pada tahun 2009 hingga 2016 meningkat, namun seiring meningkatnya permintaan membuat Rumah Pematangan Hewan (RPH) sebagai tempat proses produksi daging sapi yang masih menggunakan teknologi sederhana menjadikan produk kurang higienis, proses masih sulit dan tidak aman, maka dari itu diperlukan teknologi modern yang lebih mudah, higienis, dan aman untuk Rumah Pematangan Hewan (RPH) agar dapat meningkatkan kualitas produksi dan menekan harga daging sapi.

Teknologi modern sangat dibutuhkan oleh Rumah Pematangan Hewan (RPH) apabila dalam proses produksi satu ekor sapi membutuhkan sekitar 3-4 orang jagal dengan teknologi modern dapat ditekan menjadi hanya 1-2 orang. Teknologi “Mesin Penyembelih Sapi Modern” dengan sistem pneumatik mudah, higienis dan aman. Beberapa keunggulan apabila Rumah Penyembelihan Hewan (RPH) memanfaatkan teknologi ini antara lain sapi yang dimasukkan pada mesin ini merasa lebih tenang dan nyaman sehingga kualitas daging tinggi, ke higienisan daging terjaga, memudahkan orang yang menyembelih dan aman, lingkungan mudah dibersihkan, produksi perhari semakin meningkat, serta efisiensi waktu produksi tinggi.

Dalam tugas akhir ini akan dirancang model mesin pemotong sapi menggunakan sistem pneumatik dengan pemutar motor listrik untuk acuan bagi Rumah Pematangan Hewan (RPH) yang lebih baik dari yang sudah ada seperti pemutar, penahan leher sapi, aliran darah sapi dan pengapit badan sapi sehingga dapat menekan biaya produksi dan efisiensi.

2. Kajian Pustaka

Pengertian Model

Model adalah (contoh, acuan, ragam, dan sebagainya) dari sesuatu yang akan dibuat atau dihasilkan (aslinya) (Kamus Besar Bahasa Indonesia)

Model Mesin Penyembelih Sapi

Pengertian dari model mesin penyembelih sapi adalah sebuah contoh/acuan/ragam dari mesin penyembelih sapi yang aslinya. Ukuran model mesin penyembelih sapi ini menggunakan skala gambar teknik yang diskala dari ukuran mesin penyembelih sapi yang aslinya (diperkecil). Tujuan dari pada dibuatnya model mesin penyembelih sapi ini adalah untuk menjadi acuan, contoh, dan untuk menganalisa mesin asli yang akan dibuat nantinya

Konsep Perencanaan Sistem Transmisi

Perancangan suatu konstruksi hendaknya mempunyai suatu konsep perencanaan. Konsep perencanaan ini akan membahas dasar-dasar teori yang akan dijadikan pedoman dalam perancangan. Elemen alat yang akan direncanakan atau diperhitungkan adalah:

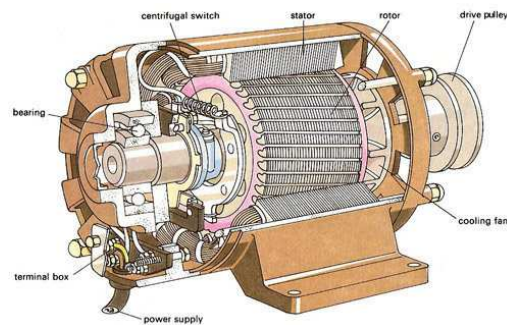
- 1) Motor
- 2) Daya
- 3) Rantai dan Sproket
- 4) Poros
- 5) Pneumatik

Motor

Motor adalah suatu komponen utama dari sebuah konstruksi permesinan yang berfungsi sebagai penggerak. Gerakan yang dihasilkan oleh motor adalah sebuah putaran poros. Komponen lain yang dihubungkan dengan poros motor adalah pulley ataupun roda gigi

yang kemudian dihubungkan dengan sabuk ataupun rantai. Menurut jenisnya motor terbagi menjadi 2 yaitu motor listrik dan motor bakar.

Motor listrik adalah motor yang berputar karena adanya sumber daya listrik yang menghidupkan stator elektromotor sehingga menyebabkan terjadinya medan magnet dan memicu rotor untuk berputar. Sumber tenaga dari motor listrik adalah listrik dari PLN.



Gambar 1. Motor Listrik

Daya Penggerak

Secara umum daya diartikan sebagai kemampuan yang dibutuhkan untuk melakukan kerja, yang dinyatakan dalam satuan Nm/s, Watt, ataupun HP. Penentuan besar daya yang dibutuhkan perlu memperhatikan beberapa hal yang mempengaruhinya, diantaranya adalah harga gaya torsi, kecepatan putar dan berat:

Perhitungan harga daya (P)

Daya yang digunakan untuk menggerakkan poros dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut ;

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot T}{60}$$

$$P = T \cdot \omega \quad (\text{Khurmi, 2005:122})$$

Keterangan:

P	= Daya	[watt]
T	= Torsi	[N.m]
ω	= Kecepatan Sudut	[rad/s]
n	= Putaran poros	[Rpm]

Perhitungan daya rencana

Untuk menghitung daya rencana, maka daya dikalikan faktor koreksi (f_c) dapat dihitung dengan rumus :

$$P_d = f_c \cdot P \quad (\text{Sularso, 2008:7})$$

Keterangan :

P_d	= Daya rencana	[Watt]
F_c	= Faktor koreksi	
P	= Daya	[Watt]

Perhitungan harga gaya (F)

Gaya adalah suatu besaran yang menyebabkan benda bergerak.

$$F = m \cdot a \quad (\text{Khurmi, Gupta, 2005: 9})$$

Keterangan :

F	= Gaya	[N atau kg. m/s ²]
m	= Massa	[kg]
a	= Percepatan	[m/s ²]

Perhitungan harga berat (W)

Berat suatu benda adalah gaya Gravitasi yang bekerja pada benda itu.

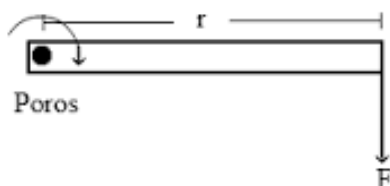
$$W = m \cdot g \quad (\text{Khurmi, Gupta, 2005: 9})$$

Keterangan :

W	= Berat	[N atau kg . m/s ²]
m	= Massa	[kg]
g	= 9,81	[m/s ²]

Perhitungan harga torsi (T)

Besarnya torsi merupakan hasil perkalian gaya dengan jarak terhadap sumbu:



Gambar 2. Torsi pada batang

$$T = F \cdot r$$

Keterangan :

T	= Torsi	[N.m]
F	= Gaya	[N]
r	= Jarak terhadap sumbu	[m]

Poros

Poros merupakan salah satu bagian dari elemen mesin yang berputar dimanafungsinya untuk meneruskan daya dari satu tempat ke tempat lain. Dalam penerapannya poros dikombinasikan dengan puli, bearing, roda gigi dan elemen lainnya.

Kekuatan poros

Dalam perencanaan pembuaan poros ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan misalnya kelemahan, tumbukan dan pengaruh konsentrasi bila menggunakan poros bertangga ataupun penggunaan alur pasak pada pros tersebut. poros yang dirancang tersebut harus cukup aman untuk menahan beban tersebut.

Kekakuan poros

Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup aman dalam menahan pembebanan, tetapi adanya lenturan yang terlalu besar akan mengakibatkan getaran mesin dan suara.

Kekakuan poros harus disesuaikan dengan jenis mesin yang akan ditransmisikan dayanya dengan poros tersebut.

Perhitungan poros dapat diketahui dengan melihat dari pembebanan:

Torsi yang terjadi pada poros

$$T = \frac{P \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot n}$$

(R.S. Khurmi, J.K. Gupta, 2005 : 513)

Keterangan:

T = Torsi pada poros [N.m]
P = Daya [watt]
n = Putaran poros [rpm]

Momen yang terjadi pada poros

$$M = F \cdot L \quad (\text{Khurmi, Gupta, 2005: 10})$$

Keterangan:

M = Momen [N.mm]
F = Gaya yang terjadi [N]
L = Jarak terhadap gaya [mm]

Torsi equivalen

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2}$$

(R.S. Khurmi, J.K. Gupta, 2005 : 517)

Keterangan :

T_e = Torsi Equivalen [N.mm]
M = Momen bending atau lentur [N.mm]
T = Torsi [N.mm]

Diameter poros

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T_e}{\pi \cdot \tau_s}}$$

(R.S. Khurmi, J.K. Gupta, 2005 : 528)

Keterangan :

d = Diameter poros [mm]
 τ_s = Tegangan geser maksimum [N/mm²]

Menentukan Transmisi Sprocket

Transmisi sprocket adalah transmisi yang menggunakan sprocket dan rantai yang digunakan untuk meneruskan gaya atau daya dari satu poros ke poros yang lain.

Kelebihan transmisi sprocket :

- Tidak ada slip yang terjadi
- Efisiensi yang tinggi (persentase yang dapat dicapai hingga 98%)

- Memberikan beban yang lebih sedikit ke poros
- Dapat meneruskan daya yang lebih besar daripada sabuk

Kekurangan transmisi sprocket :

- Harga yang lebih mahal daripada sabuk
- Membutuhkan perawatan lebih seperti pelumasan

Menentukan Ukuran Sprocket

Untuk menentukan ukuran sprocket dapat menggunakan rumus :

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{T_2}{T_1}$$

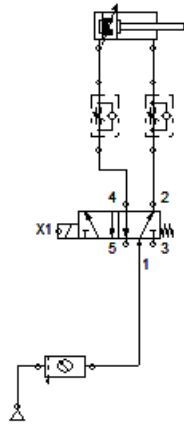
(R.S. Khurmi, J.K. Gupta, 2005 : 762)

Keterangan :

N_1 = Putaran poros penggerak [rpm]
 N_2 = Putaran poros yang digerakkan [rpm]
 T_1 = Jumlah gigi pada sprocket penggerak
 T_2 = Jumlah gigi pada sprocket yang digerakkan

Pneumatik

Sistem pneumatic dalam Bahasa Yunani “*pneuma*” yang artinya udara atau angin, dengan kata lain pneumatic merupakan sebuah system menggunakan tenaga yang disimpan dalam bentuk udara yang dimampatkan . Pneumatik merupakan teori atau pengetahuan tentang udara yang bergerak, keadaan – keadaan keseimbangan udara dan syarat – syarat keseimbangan. Pneumatik menggunakan hukum – hukum aeromekanika , yang menentukan keadaan keseimbangan gas dan uap (khususnya udara atmosfer) dengan adanya gaya – gaya luar (*aerostatika*) dan teori aliran (*aerodinamika*). (Krist, 1979: 1)



Gambar 3. Rangkaian Pneumatik

Gaya Piston Silinder Pneumatik

Gaya piston yang dihasilkan oleh silinder pneumatic bergantung pada tekanan udara , dameter silinder dan tahanan gesekan dari komponen perapat.

Perhitungan Gaya tekan maju

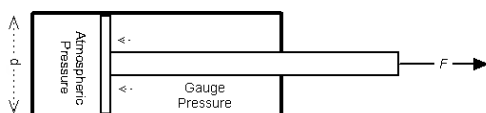
Untuk menghitung gaya tekan maju pada silinder pneumatic menggunakan rumus :

$$F = A \cdot P - fg \quad (\text{Festo Didactic, 1978: 63})$$

Keterangan :

- F = Gaya tekan maju [N]
- A = Luas penampang dalam silinder tanpa batang torak [mm²]
- P = Tekanan kerja [bar]
- Fg= Gaya gesek (3% - 20%) dari gaya Terhitung [N]

Luas penampang silinder pneumatic untuk langkah maju merupakan luas lingkaran penuh



Gambar 4. Penampang Silinder Pneumatik

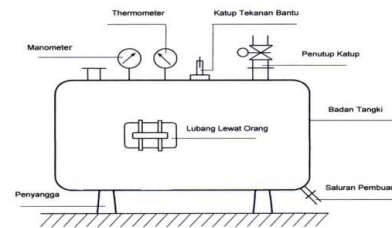
$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

Keterangan :

- A =Luas penampang silinder dengan batang piston [mm²]
- D =Diameter dalam silinder pneumatic [mm]

Perhitungan Debit Kompresor

Udara merupakan sumber tenaga dari rangkaian pneumatic.



Gambar 5. Kompresor

Untuk mendapatkan gerak silinder pneumatic yang diinginkan maka perlu untuk mengetahui debit kompresor. Debit kompresor adalah jumlah udara yang harus dialirkan kedalam silinder pneumatic, dapat dihitung dengan cara :

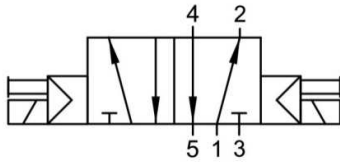
$$Q = A \cdot v \quad (\text{Parr Andrew, 2003: 20})$$

Keterangan :

- Q = Debit kompresor [1/min]
- A = Luas penampang silinder pneumatic [mm²]
- V = Kecepatan piston direncanakan [mm/det]

Katup Solenoid

Katup solenoid merupakan katup yang dikendalikan dengan arus listrik baik AC maupun DC melalui kumparan / selenoida. Katup solenoid ini merupakan elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam sistem fluida. Seperti pada sistem pneumatic, sistem hidrolis ataupun pada sistem kontrol mesin yang membutuhkan elemen kontrol otomatis. Contohnya pada sistem pneumatic, katup solenoid bertugas untuk mengontrol saluran udara yang bertekanan menuju aktuator pneumatic (cylinder).



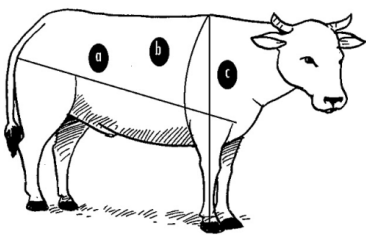
Gambar 6. Solenoid Valve 5/2

Keuntungan yang didapat dengan menggunakan sistem pneumatik :

- Meningkatkan produksi dari segi kecepatan dan keteguhan.
- Mengurangi kerusakan produksi yang umumnya diakibatkan oleh kelalaian manusia.
- Meningkatkan mutu produksi akibat sistem kerja yang konstan dan tepat.
- Mengerjakan sesuatu yang sifatnya di luar kemampuan tenaga atau keselamatan.

Dimensi Objek Sapi Potong

Data spesifikasi sapi potong dalam Tugas Akhir ini adalah bangsa sapi yang dipotong di RPH Kota Semarang yang sebagian besar adalah sapi impor (Simmental dan Limousin) dengan umur 2-3 tahun, dan berjenis kelamin jantan dan betina non produktif. Sapi tersebut sebagian besar berasal dari Pati, Kudus, Demak dan Purwodadi. Spesifikasi tubuh Sapi rata-rata yang didapat adalah sebagai berikut :



Gambar 7. Dimensi Sapi Potong

- A. Panjang badan sapi : 148,08 (cm)
- B. Lingkar dada sapi : 181,19 (cm)
- C. Tinggi pundak sapi : 142,95 (cm)
- D. Bobot potong rata rata sapi : 497.95 (kg)

(Data Purbowati et al.: Karakteristik Daging Sapi yang Dipotong di Rumah Potong Hewan Kota Semarang)

3. Metode Pelaksanaan

Metodologi yang digunakan dalam pelaksanaan Tugas Akhir tersebut antara lain :

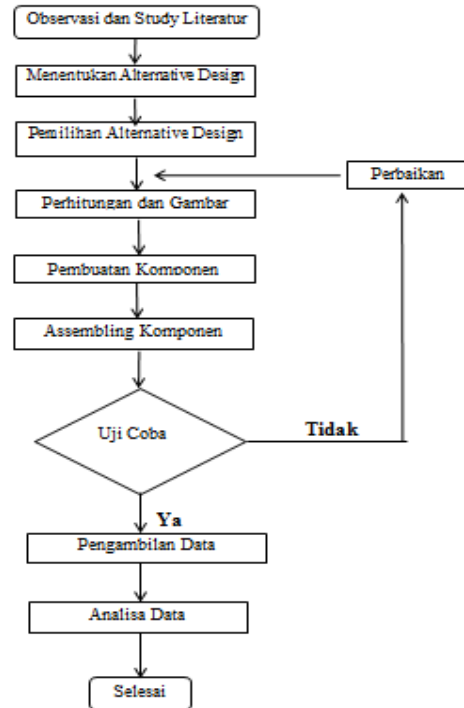


Diagram 1. Metodologi

1) Observasi dan Study Literatur

Pengamatan atau observasi adalah aktivitas yang dilakukan makhluk cerdas, terhadap suatu proses atau objek dengan maksud merasakan dan kemudian memahami pengetahuan dari sebuah fenomena berdasarkan pengetahuan dan gagasan yang sudah diketahui sebelumnya, untuk mendapatkan informasi-informasi yang dibutuhkan untuk melanjutkan suatu penelitian. Ilmu pengetahuan biologi dan astronomi mempunyai dasar sejarah dalam pengamatan oleh amatir. Di dalam penelitian, observasi dapat dilakukan dengan tes, kuesioner, rekaman gambar dan rekaman suara.

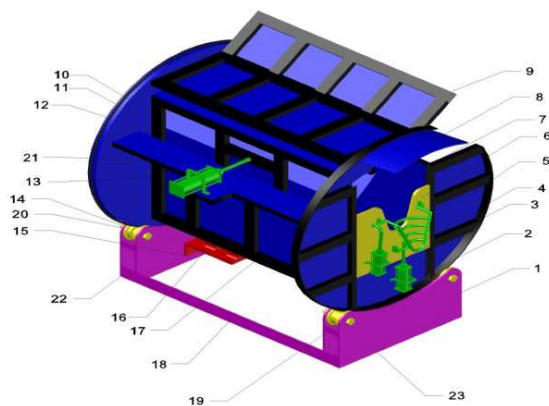
Studi literatur adalah mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan.

2) Menentukan Alternatif Design

Menentukan alternatif design adalah menentukan/memutuskan pilihan lain seni terapan, arsitektur, dan berbagai pencapaian kreatif lainnya yang pada umumnya memperhitungkan aspek fungsi, estetika, dan berbagai macam aspek lainnya dengan sumber data yang didapatkan dari riset, pemikiran, brainstorming, maupun dari desain yang sudah ada sebelumnya.

3) Pemilihan Alternatif Design

Pemilihan alternatif design adalah melakukan pemilihan/penentuan terhadap seni terapan, arsitektur, dan berbagai pencapaian kreatif lainnya yang pada umumnya memperhitungkan aspek fungsi, estetika, dan berbagai macam aspek lainnya dengan sumber data yang didapatkan dari riset, pemikiran, brainstorming, maupun dari desain yang sudah ada sebelumnya.



Gambar 8. Design Mesin

Keterangan bagian-bagian mesin :

1. Dudukan *Body* Mesin
2. Silinder Pneumatik Penjepit Leher Sapi
3. Silinder Pneumatik Penjepit Daggu Sapi
4. Penjepit Daggu Sapi
5. Lingkaran Depan
6. Penjepit Leher Sapi
7. Tutup Samping *Fixed*
8. Penampung Darah
9. Tutup Atas

10. Lingkaran Belakang
11. Tutup Samping Bergerak
12. Rantai
13. Silinder Pneumatik Penjepit Badan Sapi
14. Poros *Roller*
15. Dudukan Motor
16. Motor Listrik
17. Landasan Sapi
18. Rangka Penguat Dudukan Mesin
19. *Roller* Depan
20. *Roller* Belakang
21. *Sprocket*
22. Dudukan Pneumatik Penjepit Badan Sapi
23. *Bearing*

4) Penghitungan & Gambar

Penghitungan adalah proses yang disengaja untuk mengubah satu masukan atau lebih ke dalam hasil tertentu, dengan sejumlah peubah.

Gambar adalah kombinasi antara titik, garis, bidang, dan warna untuk menciptakan suatu imitasi dari suatu objek—biasanya objek fisik atau manusia.

5) Pembuatan Komponen

Pembuatan komponen adalah proses yang menghasilkan suatu komponen yaitu part-part (bagian-bagian) dari suatu produk.

6) Assembling Komponen

Assembling komponen adalah proses penggabungan/penyatuan komponen-komponen menjadi satu kesatuan yang utuh.

7) Uji Coba

Uji coba adalah proses pengujian sesuatu sebelum dipakai atau dilaksanakan seperti bahan tes, kendaraan, dan lain-lain.

8) Modifikasi

Modifikasi adalah proses melakukan beberapa perubahan yang dimaksudkan untuk menambah nilai dari suatu produk.

9) Pengambilan Data

Pengambilan data adalah teknik atau cara yang dilakukan oleh peneliti untuk mengumpulkan data. Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Sementara itu instrumen pengumpulan data merupakan alat yang digunakan untuk mengumpulkan data. Karena berupa alat, maka instrumen pengumpulan data dapat berupa check list, kuesioner, pedoman wawancara, hingga kamera untuk foto atau untuk merekam gambar.

10) Analisa Data

Analisa data adalah Kegiatan mengubah data hasil penelitian menjadi informasi yang dapat digunakan untuk mengambil kesimpulan dalam suatu penelitian. Adapun cara mengambil kesimpulan bisa dengan hipotesis maupun dengan estimasi hasil.

4. Hasil dan Pembahasan

Proses Pengujian

Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut :

- 1) Menentukan besarnya tekanan udara pada tiap silinder dengan memutar regulator.
- 2) Menekan tombol ON untuk menyalakan sistemnya.
- 3) Menekan tombol untuk menggerakkan silinder (masing-masing silinder satu tombol).
- 4) Mengatur kecepatan gerak silinder (memutar speed control).
- 5) Ulangi langkah diatas dengan tekanan yang berbeda.
- 6) Menekan tombol untuk menggerakkan motor listrik.
- 7) Menekan tombol OFF untuk mematikan sistem.

Data Hasil Pengujian

Hasil pengujian model mesin penyembelih sapi modern sistem pneumatik pada tabel berikut :

Tabel 1. Data Pengujian Untuk Silinder Penjepit Badan Sapi

No	Tekanan Udara [Bar]	Kontrol Speed (dibuka)	Uji Coba (waktu)			Waktu Rata-Rata [detik]	Keterangan (gerakan silinder)
			1 (detik)	2 (detik)	3 (detik)		
1.	2	2 putaran	7,24	6,90	6,94	7,02	Lambat
		4 putaran	3,41	3,36	3,24	3,33	Lambat
		6 putaran	2,63	2,73	2,66	2,67	Lambat
2.	4	2 putaran	1,95	1,95	2,02	1,97	Sedang
		4 putaran	1,19	1,18	1,17	1,18	Cepat
		6 putaran	0,90	0,90	0,94	0,91	Cepat
3.	6	2 putaran	1,98	1,92	1,94	1,94	Sedang
		4 putaran	1,07	1,10	1,14	1,10	Cepat
		6 putaran	0,90	0,87	0,82	0,86	Cepat

Tabel 2. Data Pengujian Untuk Silinder Penjepit Leher Sapi

No	Tekanan Udara [Bar]	Kontrol Speed (dibuka)	Uji Coba (waktu)			Waktu Rata-Rata [detik]	Keterangan (gerakan silinder)
			1 (detik)	2 (detik)	3 (detik)		
1.	2	2 putaran	-	-	-		Silinder tidak bergerak
		4 putaran	-	-	-		
		6 putaran	-	-	-		
2.	4	2 putaran	-	-	-		Silinder tidak bergerak
		4 putaran	-	-	-		
		6 putaran	-	-	-		
3.	6	1 putaran	1,60	1,60	1,63	1,62	Sedang
		2 putaran	0,95	0,92	0,98	0,95	Cepat
		4 putaran	0,65	0,59	0,58	0,63	Cepat

Tabel 3. Data Pengujian Untuk Silinder Penjepit Daggu Sapi

No	Tekanan Udara [Bar]	Kontrol Speed (dibuka)	Uji Coba (waktu)			Waktu Rata-Rata [detik]	Keterangan (gerakan silinder)
			1 (detik)	2 (detik)	3 (detik)		
1.	2	$\frac{1}{2}$ putaran	2,59	2,51	2,54	2,54	Lambat
		1 putaran	1,35	1,38	1,34	1,35	Sedang
		2 putaran	0,86	0,91	0,92	0,89	Cepat
2.	4	$\frac{1}{2}$ putaran	1,80	1,93	1,86	1,86	Lambat
		1 putaran	1,03	1,20	1,10	1,11	Cepat
		2 putaran	0,77	0,83	0,80	0,80	Cepat
3.	6	$\frac{1}{2}$ putaran	1,71	1,80	1,69	1,73	Sedang
		1 putaran	0,93	1,03	0,95	0,97	Cepat
		2 putaran	0,70	0,69	0,73	0,71	Cepat

Analisa Data Hasil Pengujian

Data hasil pengujian model mesin penyembelih sapi modern sistem pneumatik di atas terlihat bahwa batas aman tekanan udara minimal adalah 6 [bar], jika tekanan

kurang dari 6 [bar] (seperti terlihat pada data pengujian menggunakan tekanan 2 dan 4 [bar] maka ada salah satu silinder yang tidak bergerak yaitu silinder penjepit leher sapi. Hal ini dikarenakan gaya yang dibutuhkan silinder pneumatik untuk mengangkat penjepit leher terlalu kecil, sehingga penjepit leher tidak mampu terangkat.

Pengujian model mesin menggunakan 3 variabel tekanan yang berbeda menghasilkan gerakan silinder yang berbeda.

Hasil pengujian dengan tekanan udara 2 [bar] dapat dilihat pada tabel data pengujian di atas. Dengan pengaturan control speed yang berbeda menghasilkan gerakan silinder yang berbeda. Silinder penjepit badan dan silinder penjepit dagu sapi sudah bisa bergerak tetapi untuk silinder penjepit leher sapi belum bisa bergerak meskipun control speed sudah diputar penuh (dibuka penuh). Hal ini dikarenakan gaya yang dibutuhkan silinder pneumatik untuk mengangkat penjepit leher terlalu kecil, sehingga penjepit leher tidak mampu terangkat.

Hasil pengujian dengan tekanan udara 4 [bar] dapat dilihat pada tabel data pengujian di atas. Dengan pengaturan control speed yang berbeda menghasilkan gerakan silinder yang berbeda pula. Gerakan silinder penjepit badan dan penjepit dagu lebih cepat dari tekanan sebelumnya (2 [bar]). Akan tetapi untuk silinder penjepit leher sapi belum juga bisa bergerak meskipun control speed sudah diputar penuh (dibuka penuh). Hal ini dikarenakan gaya yang dibutuhkan silinder pneumatik untuk mengangkat penjepit leher masih kurang, sehingga penjepit leher belum mampu terangkat.

Hasil pengujian dengan tekanan udara 6 [bar] dapat dilihat pada tabel data pengujian di atas. Dengan pengaturan control speed yang berbeda menghasilkan gerakan silinder yang berbeda pula. Gerakan silinder penjepit badan dan penjepit dagu lebih cepat dari

tekanan sebelumnya (4 [bar]). Hal ini dapat dilihat dari waktu yang semakin cepat. Untuk silinder penjepit leher sapi sudah bisa bergerak. Hal ini menandakan bahwa gaya yang dibutuhkan silinder pneumatik untuk mengangkat penjepit leher sudah cukup, sehingga penjepit leher mampu terangkat.

Hasil terbaik dari proses uji coba diperoleh pada tekanan 6 [bar] dengan pengaturan kecepatan (speed control) yang berbeda untuk masing-masing silinder. Untuk silinder penjepit badan control speed diputar atau dibuka 2 putaran penuh, kemudian untuk silinder penjepit leher sapi control speed diputar atau dibuka 1 putaran penuh dan untuk silinder penjepit dagu control speed diputar atau dibuka $\frac{1}{2}$ putaran.

Dalam 3 variabel tekanan proses pengujian diperoleh waktu rata-rata gerakan masing-masing silinder. Untuk silinder penjepit badan waktu rata-ratanya adalah 1,94 [detik], silinder penjepit leher sapi waktu rata-ratanya adalah 0,95 [detik] dan silinder penjepit dagu sapi rata-ratanya adalah 1,73 [detik]. Waktu untuk memutar body mesin sampai posisi 90° adalah 3 [detik] maka total waktu untuk satu siklus pergerakan silinder pneumatik dan pemutaran body mesin pada model mesin ini adalah :

Total waktu satu siklus

$$= (1,94 + 0,95 + 1,74 + 3) \text{ [detik]}$$

$$= 7,63 \text{ [detik]}$$

$$= 8 \text{ [detik]}$$

Jika model mesin ini dibuat prototipenya maka waktu siklus akan berbeda. Diasumsikan waktu siklus untuk mesin sesungguhnya adalah 2 kali dari model yang dibuat maka kapasitas untuk prototipenya (mesin sesungguhnya) dapat dihitung sebagai berikut :

Diasumsikan :

Waktu siklus

$$= 2 \times \{ 8 \text{ [detik]} \} = 16 \text{ [detik]}$$

Waktu penggiringan sapi menuju box (body mesin)

= 2 [menit]

Waktu penyembelihan

= 5 [menit]

Total waktu siklus

= 7,26 [menit]

Kapasitas

= (60)/7,26 x 1 [ekor] = 8,26 ekor/jam

= 8 ekor/jam

4. Kesimpulan

Dari keseluruhan proses yaitu mendesain model mesin, perancangan, proses pembuatan, perakitan, dan pengujian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Dari ketiga silinder pneumatik yang digunakan dalam model mesin ini untuk membantu proses penyembelihan sapi tekanan kerja yang diperlukan untuk menggerakkan semua silinder pneumatik dengan baik adalah 6 [bar].
- 2) Waktu penjepitan dan perobohan hewan dengan menggerakkan silinder pneumatik dan gerakan memutar body mesin untuk model mesin penyembelih sapi modern sistem pneumatik adalah 8 [detik] dan untuk mesin sesungguhnya adalah 16 [detik].
- 3) Kapasitas penyembelihan sapi pada mesin penyembelih sapi modern ini jika dibuat prototipe (mesin sesungguhnya) maka kapasitasnya adalah 8 ekor/jam.
- 4) Waktu satu siklus proses penyembelihan sapi dimulai dari penggiringan ketempat pemotongan hingga pemisahan daging dan tulang pada mesin konvensional membutuhkan waktu selama 52 [menit] sedangkan dengan mesin penyembelih sapi modern ini hanya membutuhkan waktu selama 50,26 [menit]
- 5) Mesin penyembelih sapi modern ini dapat dioperasikan oleh satu atau dua orang

karena menggunakan sistem elektro pneumatik sehingga memudahkan operator dalam mengoperasikan mesin.

- 6) Model mesin penyembelih sapi ini memiliki dimensi panjang 100 [cm], lebar 80 [cm] dan tinggi 90 [cm]

5. Daftar Pustaka

- Cross, Nigel, 2000, Engineering Design Methods, Chichester: John Willey & Sons, Ltd
- G. Budynas, Richard ., J. Keith Nisbett, 2011, Shigley's Mechanical Engineering Design Ninth Edition, Ney York: McGraw Hill
- Jutz, Hermann., Eduard Scharkus, 1996, Westermann Tables for Metal Trade, New Delhi:Wiley Eastern Limited
- KBBI, 2001, Kamus Besar Bahasa Indonesia, Jakarta: Balai Pustaka
- Khurmi, R.S., K. Gupta J, 2005, A. Textbook of Machine Design, New Delhi: EurasiaPublishing House (PVT). Ltd, Ram Nagar
- Meixner. H, Kobler. R, 1978, Introduction to Pneumatics, Esslingen: Festo Didactic
- Parr, Andrew, 2003, Hidrolika dan Pneumatika Pedoman bagi Teknisi dan Insinyur, Jakarta: Erlangga
- Shigley, Joseph E, Larry D. Mitchell, 1995, Perencanaan Teknik Mesin Edisi keempat jilid 2, Jakarta: Erlangga
- Sularso, Ir. MSME, Kiyokatsu Suga, 2008, Dasar Perencanaan dan Pemilihan ElemenMesin, Jakarta: Pradnya Paramita
- Takeshi Sato, G., N. Sugiarto Hartanto, 1986, Menggambar Mesin Menurut Standar ISO, Jakarta: PT Pradnya Paramita.