

ANALISA MESIN PENGUPAS GABAH DENGAN KAPASITAS 400 KG / JAM

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Ujian Sarjana

Oleh :

BAMBANG IRAWAN

NIM : 00.813.0057



FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2009

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

ABSTRAK

Pengolahan hasil padi pada awalnya diolah menggunakan cara tradisional yaitu dengan menggunakan lesung penumbuk padi, namun yang diperoleh tidak memuaskan dan kurang *efisien* karena menghasilkan beras pecah kulit dengan persentase 50-54% dan beras banyak yang patah. Bertambahnya produksi padi dari tahun ketahun maka dengan dasar pengolahan panen timbullah teknik baru mesin prosesing hasil panen yaitu : Mesin perontok gabah, Mesin pengupas gabah, Mesin pemisah beras pecah kulit, Mesin penyosoh beras, Mesin pemilih kualitas. Kegiatan perencanaan ini bertujuan untuk mengatasi masalah yang dihadapi oleh petani di Desa Kwala Mencirim (langkat) dalam pengupasan gabah (padi). Untuk mencapai tujuan ini, dirancang bangun alat mesin pengupas gabah (*Huller*). Kualitas beras giling ditentukan pada proses pengupasan kulit gabah menjadi beras pecah kulit (BPK), sehingga pengupasan kulit gabah banyak dikembangkan dengan menggunakan Sistem rol karet (*Rubber rol*), Sistem bantingan (*Flash type*) dan tipe silider (*Engelberg*). Pada umumnya sistem *rubber rol* banyak digunakan dan dikembangkan karena beras pecah kulit sangat sedikit, konstruksi mudah dibuat, kapasitas produksi yang sangat tinggi, harganya *ekonomis* dan suku cadang mudah dicari di pasaran. Jenis padi yang ditanam di Indonesia ada dua macam, yaitu padi bulu dan padi cere (tak berbulu). Penggilingan gabah menjadi beras sosoh, dimulai dengan pengupasan kulit gabah. Syarat utama pengupasan kulit gabah adalah kadar keringnya gabah yang akan digiling dengan kekeringan mencapai angka 14 – 14,5 %. Kekerasan rol karet sekitar 90° - 92° yang digunakan untuk jenis padi di Indonesia. Perbedaan rol karet (*Differential ratio*) sekitar 22 – 23 %, pengaturan jarak renggang yang terlalu sempit akan mempercepat pengausan rol. Jarak renggang yang terlalu lebar dapat menurunkan *efisiensi* pengupasan gabah. Jarak renggang rol utama dengan rol pembantu 2/3 tebalnya gabah yang akan digiling, atau kira-kira sekitar 0,5 – 0,8 mm. Kecepatan penggilingan gabah tergantung pada putaran dan ukuran rol karet. Namun sistem *rubber rol* masih dapat kekurangan yaitu pengausan rol karet akibat gesekan rol dengan gabah yang berbeda kecepatan antara dua buah silinder rol yang terjadi.

Kata kunci : Gabah, Gabah pecah kulit, Putaran rol karet,

ABSTRACT

Processing of rice initially processed using the traditional way is to use a rice pounder mortar, but the yag is not satisfactory, and less efficient because of the broken skin with the percentage of 50-54% and rice are broken. Increased production of the year ketahun with the basic techniques of harvesting timbullah new harvest machine prosesing namely: unhulled rice perontok Machine, Machine critic unhulled rice. Separator of broken skin. Machine penyosoh rice, the quality of voter machine. Planning activities are aimed to overcome the problems faced by farmers in the Village Kwala Mencirim (Langkat) in paring unhulled rice (paddy). To achieve this goal, designed built alai parer unhulled rice (Huller). Giling quality rice in the process of paring the skin unhulled rice into rice broken skin (CPC), so that many unhulled rice paring the skin using a system developed with the rubber roller (Rubber roll), roll System (Flash type) and type silider (Engelberg). In general, rubber roller system being used and developed because of broken skin is very small, easy kontruksi made, production capacity is very high, and economic costs of spare parts easily searchable on the market. Type of rice that is planted in Indonesia, there are two kinds of rice and rice cere indumentum (not furry). Penggilingan unhulled rice into rice sosoh, starting with skin paring unhulled rice. Terms pegupasan main unhulled rice is dry skin keringnya unhulled rice that will be grinding with drought reached 14 - 14.5%. The rubber roller around 90° - 92° used for the type of rice in Indonesia. Differences rubber roller (Differential ratio) around 22 - 23%. The distance gap is too narrow will accelerate the roll pengausan. The distance is too wide a gap can decrease the efficiency paring unhulled rice. Distance gap with the main roller roller parlormaid 2 / 3 thickness unhulled rice that will be grinding, or roughly around 0.5 - 0.8 mm. Unhulled rice milling speeds depending on the size and the round rubber roller. However, rubber roller system can still lack the pengausan due to friction roller rubber roller unhulled rice with different speeds between the two cylinder roll going. Keywords: Gabah, Gabah broken skin, round rubber roller.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan rahmatnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana dengan baik.

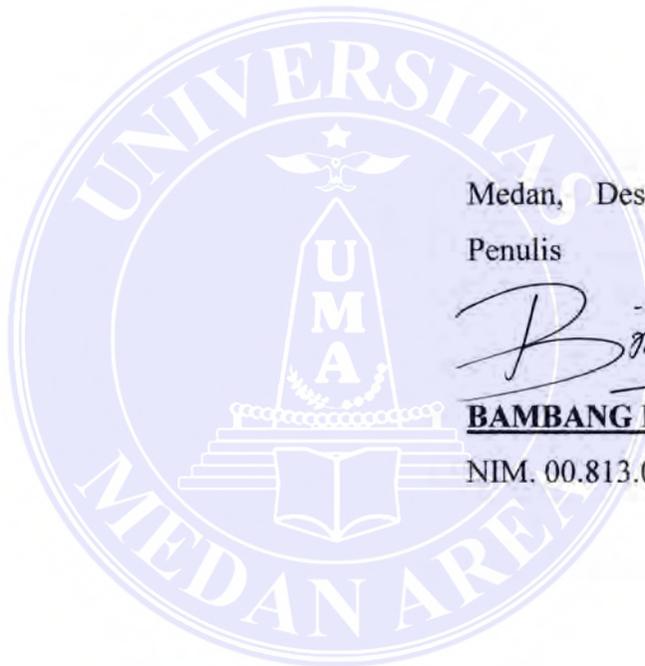
Tugas sarjana ini merupakan syarat mutlak yang harus penulis selesaikan untuk menyelesaikan pendidikan pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Adapun judul tugas Sarjana yang penulis rancang adalah “Analisa Mesin Pengupas Gabah” dengan kapasitas 400/kg/jam.

Upaya yang dilakukan di dalam menyelesaikan tugas sarjana ini penulis telah berusaha semaksimal mungkin untuk mendapatkan hasil yang semaksimal mungkin. Namun penulis menyadari bahwa masih jauh untuk tingkat kesempurnaan di dalam penyusunan. Sebab itu dengan kerendahan hati penulis menerima kritik dan saran yang sifatnya membangun dari para pembaca untuk kesempurnaan tugas sarjana.

Tugas sarjana ini penulis banyak menerima bantuan, bimbingan dan fasilitas dari berbagai pihak. Untuk itu dengan ketulusan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Dadan Ramdan, M.Eng, MSc, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
2. Ibu Hj. Ir. Haniza MT, selaku PD. I. Fakultas Teknik yang banyak membantu saya.
3. Bapak Amirsyam Nst, MT, selaku PD III Fakultas Teknik Universitas Medan Area
4. Kedua orang tua saya yang tercinta, yang selalu memberikan nasihat dan doa agar saya dapat menyelesaikan tugas sarjana ini dengan baik
5. Bapak Ir. Darianto, yang sangat membantu saya sekali dalam penulisan tugas sarjana

6. Bapak Ir. Surya Keliat, yang membantu saya dalam penulisan tugas sarjana
7. Bapak / Ibu dosen Universitas Medan Area yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama penulis duduk di bangku kuliah
8. Abang anda Rudi, yang selalu memberikan nasihat, moril, maupun materil hingga penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana
9. Teman-teman di bangku kuliah, Fakultas Teknik Universitas Medan Area, akhir kata semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.



Medan, Desember 2009

Penulis

BAMBANG IRAWAN

NIM. 00.813.0057

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK -----	i
DAFTAR ISI -----	ii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang -----	1
1.2 Perumusan -----	2
1.3 Tujuan dan Manfaat -----	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Mesin Pengupas Gabah-----	4
2.2 Fungsi dari Mesin Pengupas Gabah-----	4
2.3 Klasifikasi Mesin Pengupas Gabah -----	4
2.4 Proses Pengolahan Gabah -----	9
2.5 Komponen-komponen Utama-----	14

BAB III PENETAPAN SPESIFIKASI

3.1 Analisa Rol Karet -----	29
3.2. Analisa Rol Penuntun (Lead Rol) -----	41
3.3 Analisa Poros -----	45
3.4 Analisa Pasak -----	47
3.5 Analisa Pegas Tekan (Penahan Getaran) -----	49
3.6 Analisa Bantalan -----	52
3.7 Analisa Sabuk dan Puli-----	55

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)11/12/23

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan -----	46
4.2 Saran -----	67

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan sektor pertanian menjadi bagian *Integral* pembangunan nasional yang telah mendapatkan tempat dan peranan *strategis*. Sasaran pembangunan sektor pertanian adalah meningkatkan hasil pertanian untuk mendukung industri yang kuat. Usaha-usaha ke arah itu tidak akan dicapai, apabila petani sebagai pelaku utama tidak dibantu dan dilengkapi dengan sarana produksi misalnya alat dan mesin-mesin pertanian.

Peranan mekanisme dalam menunjang usaha tani dan kelompok tani adalah :

1. Meningkatkan produktivitas tenaga dan lahan usaha tani
2. Meningkatkan dan meratakan pendapat petani, melalui cara-cara yang lebih baik dengan meliputi memperbaiki penanganan paska panen, dengan pengolahan hasil yang lebih baik maka tingkat kualitas panen akan bertambah dan dengan demikian tingkat pemasaran akan lebih baik, juga dapat meningkatkan derajat dan taraf hidup petani menuju arah yang lebih baik, peranan ini dapat mengurangi kejerihan para petani pada umumnya.
3. Mempercepat transisi bentuk ekonomi di Indonesia di dalam pengolahan hasil pertanian, yang juga dapat menjamin kenaikan kualitas pertanian serta kapasitas produksi pertanian dan dapat mengurangi atau menekan ongkos produksi.

Peningkatan kuantitas hasil dengan upaya menekan kehilangan dan kualitas produksi tanaman pangan, khususnya komoditi padi terus digalakkan oleh pemerintah dalam rangka meningkatkan dan melestarikan swasembada beras yang telah dicapai. Pemerintah telah berupaya menyebar luaskan informasi *teknologi* perbaikan penanganan paska panen melalui forum kampanye paska panen, pendidikan dan latihan serta forum-forum yang menunjang aktivitas perbaikan dan penanganan paska panen.

Peningkatan pertanian di sini hanya membicarakan salah satu mesin pengolah hasil pertanian yaitu **Mesin Pengupas Gabah (*Huller*)**. Mesin pengolah gabah dengan proses mekanisme rol karet.

1.2 Perumusan Masalah

Mesin pengupas gabah yang direncanakan akan digunakan sebagai alat untuk membantu petani di dalam pengupasan gabah kering. Masalah yang sering terjadi dilapangan yaitu pada perencanaan rol karet karena mempunyai ketebalan yang kurang sempurna. Ketebalan rol karet berkurang biasanya terjadi karena gesekan gabah, pada saat pengupasan biji gabah.

Mengacu dari judul penulisan tugas akhir yang direncanakan ini maka penulis membatasi permasalahan yang akan diuraikan pada perencanaan mesin pengupas gabah (*Huller*) dengan kapasitas 400 kg/jam yang meliputi sebagai berikut :

1. Perencanaan komponen-komponen utama dari Mesin Pengupas Gabah
2. Perencanaan motor penggerak
3. Perencanaan transmisi

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan

Tujuan dari perencanaan ini secara teknis adalah :

1. Bertujuan untuk merencanakan sebuah Mesin Pengupas Gabah yang sesuai dengan kebutuhan petani pada pengolahan disektor pertanian sebagai mesin pengupas gabah.
2. Secara umum mempelajari konstruksi mesin dan memahami prinsip kerja serta analisa perhitungan mesin.
3. Perencanaan Mesin Pengupas Gabah ini dibuat dan disesuaikan agar mempermudah di dalam pengupasan gabah sehingga terlepas bijinya.
4. Waktu yang diperlukan dalam pengupasan gabah jadi lebih cepat.
5. Biaya dalam pengupasan gabah lebih berkurang atau *ekonomis*.

1.3.2 Manfaat

1. Mempermudah para petani dalam pengupasan gabah yang semula menggunakan lumbung atau sistem bantingan sekarang menggunakan rol karet atau penggilingan dikilang juga mengurangi waktu dan biaya.
2. Menambah pengetahuan dan ilmu yang akan menajdi profesi pembuat mesin ini nantinya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Mesin Pengupas Gabah

Penggilingan gabah menjadi beras pecah kulit, mula-mula gabah harus dikupas kulitnya (sekam) terlebih dahulu, syarat utama dari proses pengupasan gabah adalah kadar keringnya gabah yang hendak digiling.

Secara defenisi pengertian mesin pengupas gabah adalah mesin yang bekerja dengan menggunakan tenaga penggerak untuk mengupas kulit (sekam) gabah sehingga menjadi beras pecah kulit.

2.2 Fungsi dari Mesin Pengupas Gabah

Huller ini terdapat dua rol karet yang mana berfungsi sebagai pengupas gabah, dimana terjadi gesekan antara dua rol tersebut yang bergerak berlawanan arah dan berputar mengarah ke dalam. Diantara rol tersebut padi dikupas kemudian jatuh kesaluran pemisah sekam dengan beras pecah kulit, kemudian sekam dihisap menuju saluran keluar dan beras pecah kulit menuju saluran utama.

2.3 Klasifikasi Mesin Pengupas Gabah

Beberapa model dan tipe mesin pengupas gabah, demikian pula kapasitas penggunaannya sangat bervariasi, ada yang kecil, sedang dan besar tergantung dari jenis dan dimensi pengupasaannya. Mesin ini sering disebut *Huller* atau *Hasker*. Ditinjau dari sumber tenaga penggeraknya, ada huller yang digerakan dengan tenaga manusia, tenaga hewan, tenaga air (kincir), maupun tenaga motor disesel, gasolin, atau motor listrik.

Ada tiga sistem Huller yang sering dipakai yaitu :

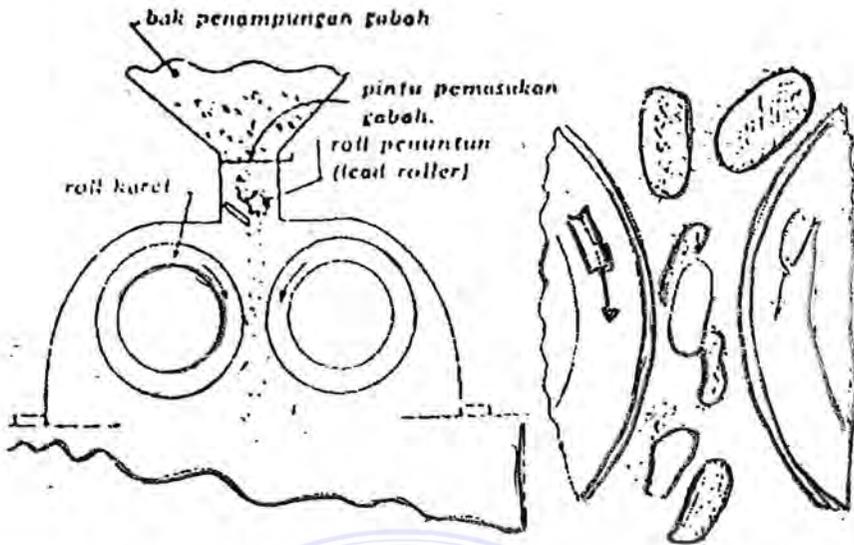
1. Huller dengan sistem rol karet (*Rubber rol*)
2. Huller dengan sistem bantingan (*Flash type*)
3. Huller dengan sistem silinder (*Engelberg*)

Bagian Huller diatas adalah jenis-jenis Huller yang dibedakan menurut sistem dan cara kerjanya [1]

1. Sistem rol karet (*Rubber rol*)

Sistem rol karet banyak terdapat pada unit mesin pengupasan gabah, masing-masing pabrik membuat model dan tipe sendiri-sendiri dengan *spesifikasi* tertentu. Berbagai merek dan model mesin pengupas gabah (Padi) dengan sistem tersebut telah banyak dipergunakan di Indonesia. Seluruhnya mempunyai prinsip cara kerja yang sama sehingga tidak perlu menimbulkan kesulitan dalam penggunaannya seperti pada Gambar 2.1.

Bagian pengupasan gabah terdapat dua buah rol karet yaitu rol utama dan rol pembantu yang berputar berlawanan arah, masing-masing berputar ke dalam, kedua rol duduk pada dua poros yang berpisah satu sama lain sejajar *horizontal*. Rol utama dihubungkan langsung dari putaran motor melalui transmisi rantai, roda gigi atau menggunakan sabuk. Masing-masing rol berputar dengan kecepatan yang berbeda, putaran rol utama harus berputar lebih cepat dari pada rol pembantu. Beda putaran turut menentukan persentase dari beras pecah kulitnya, dari beberapa pengamatan ternyata bahwa beda putaran (*Differential ratio*) sekitar 22-23 % menunjukkan efisiensi yang terbaik [1]



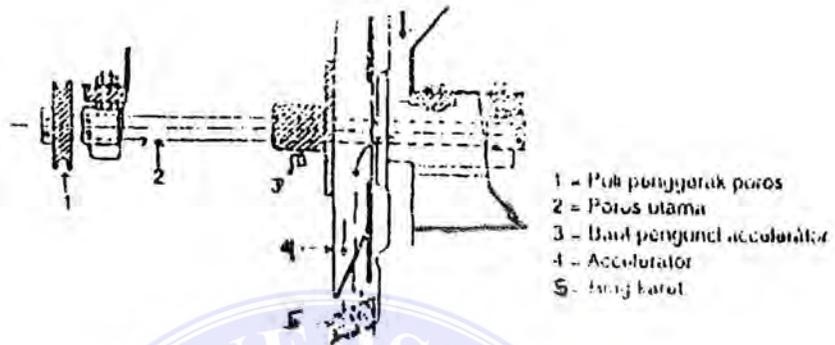
Gambar 2.1 Mesin Huller dengan sistem rubber rol

2. Sistem bantingan (Flash type)

Huller dengan sistem bantingan, gabah dilemparkan secara keras sampai membentur dinding lingkaran karet (Rubber ring), sehingga kulitnya menjadi terkupas. Sistem *Huller* menggunakan sebuah lingkaran karet dengan kekerasan (90^0 - 97^0). Pada titik tengah dari lingkaran karet terdapat sebuah poros (sumbu utama) yang berputar cepat dengan putaran 3000-4000 rpm.

Porosnya dipasang sebuah alat pelempar gabah yang disebut *akselerator* (*accelerator*), bentuknya seperti piringan terdiri dari dua lapis di beri antara plat beralur dan dilekatkan dengan las, plat beralur melengkung dan berada diantara kedua piringan plat tersebut, sehingga membentuk ruangan-ruangan. Plat beralur membagi regangan antara kedua piringan plat itu denga membentuk sekat-sekat menjadi 3 pelempar yang dipasang pada poros utama, sehingga ikut berputar dengan kecepatan putaran tinggi. Posisi poros pemutar *akselerator* ini biasanya

horizontal, sedang letak piringan *akselerator* tegak lurus dengan poros tersebut. Porosnya langsung dihubungkan dengan puli pemutarnya dan mendapat tenaga gerakanya berputar dari motor penggeraknya.



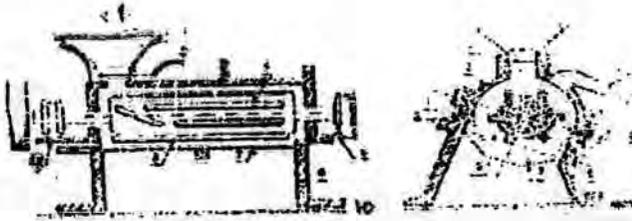
Gambar 2.2 Sistem Bantingan (Flash type)

3. Sistem Silinder (Engelberg)

Mesin sistem ini terdiri atas dua bagian utama, yaitu bagian bawah dan bagian atas. Bagian bawah merupakan kaki-kaki untuk berdirinya *Huller* dan tempat duduknya poros utama serta silinder pengupas gabah. Bagian atas merupakan tutup *Huller* yang dilengkapi dengan corong pemasukan gabah dan pintu dibagian belakang kedua bagian tersebut diikat sebuah engsel, sehingga tutup *Huller* dapat ditutup jika perlu.

Antara tutup atas dan tutup bawah di sebelah muka dapat disisipkan sebuah plat besi yang memanjang sepanjang silinder dan dapat digeser ke depan dan kebelakang untuk mengatur jaraknya dengan silinder besi di dalamnya. Kedua bagian atas dan bawah diikat dengan lengan pengunci supaya tidak bergeser-geser. Poros utama dipasang silinder besi pada bagian dalam dari ke dua tutup atas dan

Bagian bawah, dimana silinder tersebut di beri tonjolan-tonjolan besi membujur 5-6 buah sekelilingnya. Antara silinder dan tutup atas dan bagian bawah terbentuk rongga melingkar sepanjang silinder.



Gambar 2.3 Sistem Silinder (engelberg)

1. Bak Penampang
2. Pintu pemasukan bahan
3. Tutup atas
4. Silinder besi
5. Kerangka atas
6. Kerangka bawah
7. Saringan dedak
8. Pisau baja
9. Ruang penyosoh
10. Cerebong pengeluaran beras putih

Konstruksi tiap-tiap mesin pengupas gabah bermacam-macam, ada yang hanya terdiri atas bagian pengupasan gabah saja dan ada pula yang dilengkapi

unit penghembus atau penghisap tersendiri. Model yang di sebut di atas pekerjaan lebih praktis karena pemisahan / pembersihan beras pecah kulit dari sekam dapat dilakukan sekaligus tanpa perlu penambahan beras pecah kulit dari sekam / kulit gabah dapat berlangsung dengan cara :

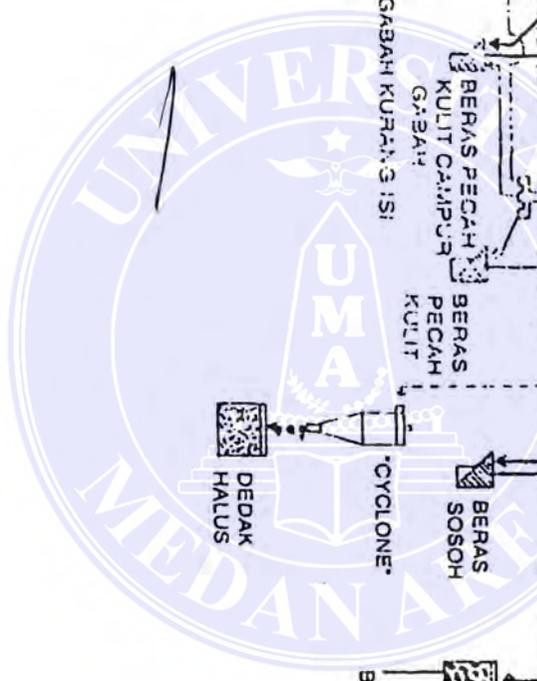
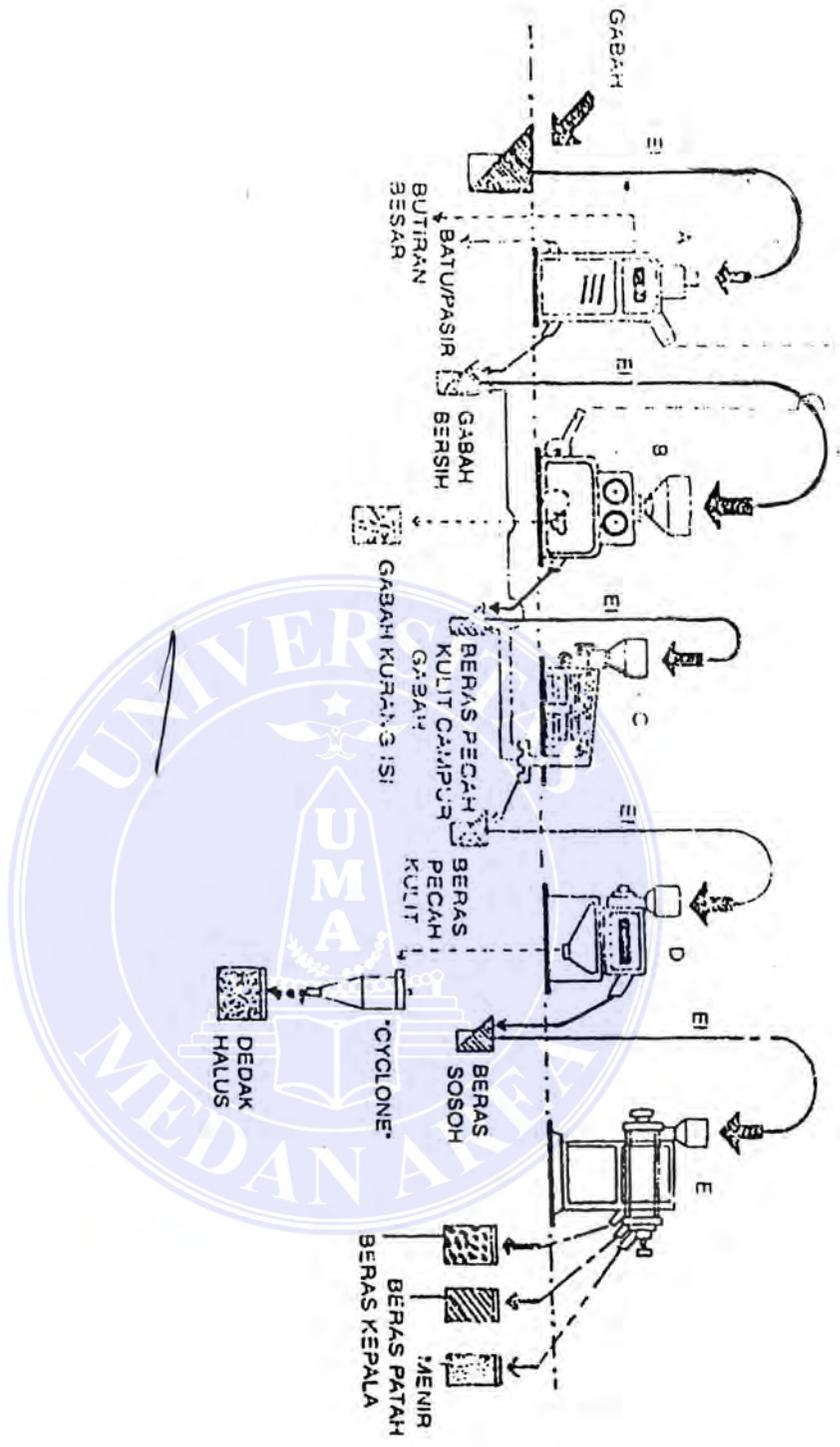
1. Sistem penghisapan dimana sekam dihisap oleh sebuah alat yaitu baling-baling (kipas) penghisap kemudian diteruskan keluar melalui cerobong pembuangan sekam (pneumatic sistem).
2. Penghembusan angin dari baling-baling (kipas) penghembus melalui sebuah pipa penghembus untuk memisahkan beras pecah kulit dengan sekam. Bahannya turun karena mengikuti gaya berat serta berat jenisnya.
3. Angin dari baling-baling penghembus, langsung menghembus material yang akan dibersihkan yang turun dari bagian atas.

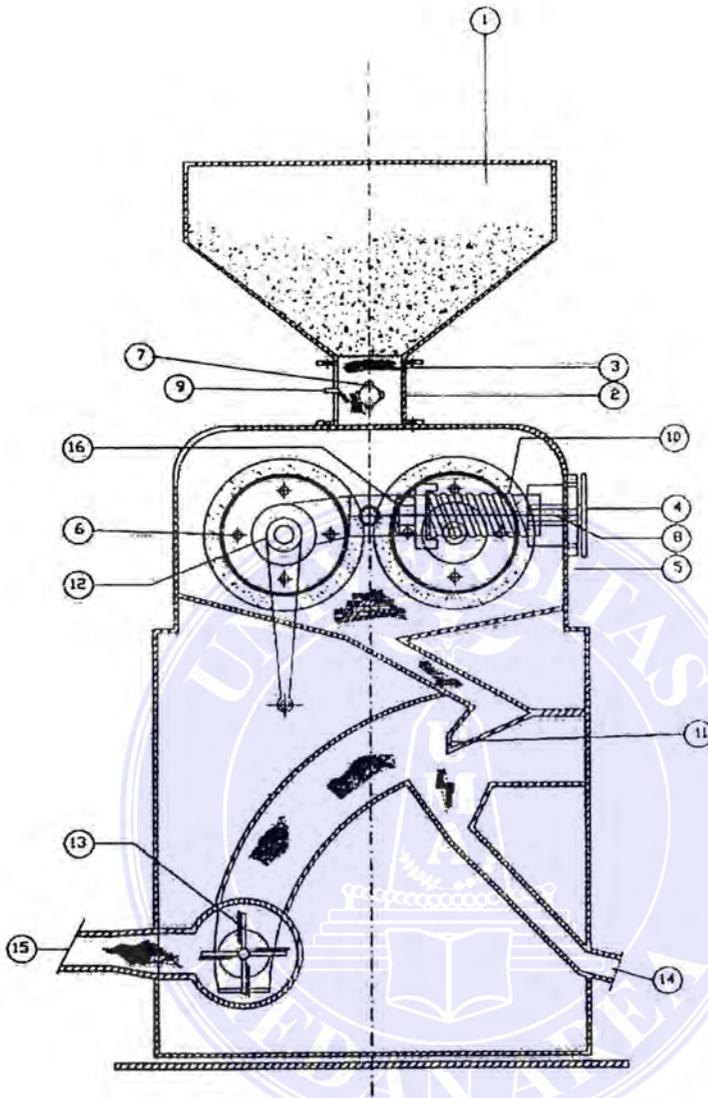
Kotoran yang tidak dipakai dapat ditampung pada sebuah “ cyclone”, atau dapat pula langsung dibuang keluar.

2.4 Proses pengolahan gabah

Proses pengolahan gabah telah dilakukan sejak dahulu dari yang menggunakan alat-alat tradisional, hingga saat ini dengan menggunakan mesin. Pengolahan gabah dilakukan dalam beberapa tahapan agar mendapatkan hasil yang baik dan pada umumnya pengolahan dilakukan pada kilang-kilang padi dengan menggunakan mesin pengolah. Mesin yang digunakan dalam mesin pengolahan hasil pertanian di sebut dengan mesin *prosesing* hasil terlihat pada Gambar 2.4. Tahapan dan jenis dari mesin *prosesing* hasil tersebut adalah :

- a. Mesin pembersih bulir gabah (grain cleaner)





Gambar Assembling Mesin Pengupas Gabah

Keterangan Gambar :

- | | |
|--------------------------------|--|
| 1. Bak Penampung (corong) | 10. Pegas Penahan Getaran |
| 2. Ruang Turun | 11. Saluran pemisah sekam dengan (BPK) |
| 3. Plat Pengatur | 12. Batang engsel |
| 4. Pengatur jarak renggang rol | 13. Kipas |
| 5. Rol utama | 14. Saluran utama |
| 6. Rol pembantu | 15. Saluran keluar sekam |
| 7. Rol penuntun | 16. Baut |
| 8. Batang peregang | |
| 9. Magnet | |

Mesin yang digunakan untuk memisahkan bulir gabah dari kotoran berupa batu-batu dan kotoran lain yang terdapat seaktu pengeringan (Gambar 2.4) konstruksi a) gabah yang masih kotor dimasukkan ke dalam mesin pembersih dan akan bersamaan ke luar dari saluran berbeda, gabah bersih ke luar dari saluran penampung yang kemudian diangkat oleh elevator kemesin pengolahan berikutnya sedangkan kotoran akan keluar dari saluran pembuangan.

b. Mesin pengupas gabah (*Huller*)

Mesin pengolah lanjutan untuk mengupas kulit gabah sehingga menjadi beras pecah kulit (Beras pecah kulit. *Brown Rice*). Syarat pengupasan agar gabah mudah terkupas kulitnya yaitu gabah dengan kadar air telah mencapai angka (14%-14.5%). Artinya gabah yang sudah kering dan siap untuk dikupas, apabila kadar air yang dikandung lebih dari itu, maka beras akan mudah hancur dan patah sehingga kualitas beras akan menurun.

Hasil pengolahan dari mesin adalah berupa beras pecah kulit yang masih bercampur sebagian kecil gabah yang terkupas dan gabah kurang isi, walaupun sebagian besar sekam dan gabah kurang isi akan terbuang melalui saluran hisap buang (Gambar 2.4 konstruksi b). Maka beras pecah kulit yang masih bercampur dengan gabah tersebut akan kemesin berikutnya untuk pemisahan.

c. Mesin pemisah beras pecah kulit (BPK)

Mesin yang fungsinya memisahkan antara beras pecah kulit terhadap gabah yang bercampur karena tidak terkupas (Gambar 2.4 konstruksi c), setelah beras pecah kulit beras dari gabah, maka beras tersebut masih harus dipolis karena beras pecah kulit biasanya belum bersih, karena warnanya masih kecokelatan dan

masih terbungkus dedak-dedak halus. Beras pecah kulit perlu dilakukan proses pengolahan lanjutan kemesin berikutnya untuk pemolisan.

d. Mesin penyosoh beras

Salah satu dari mesin prosesing hasil yang dipakai untu membersihkan beras pecah kulit (beras sosoh) yang hasil bercampur kulit ari atau lapisan berkatul (dedak halus) sehingga beras tampak lebih putih, bersih (Gambar 2.4 konstruksi d). Cara ini sering di sebut “proses penyosohan” (Pemutihan beras, rice polishing, dan whitening). Beras telah bersih maka untuk pemilihan kualitas beras ditentukan kualitasnya pada mesin pemilih kualitas.

e. Mesin pemilih kualitas

Sebuah mesin dari proses pengolahan gabah untuk menentukan dan mengklasifikasikan karekteristik mutu dan kualitas beras, apakah beras cacat (patah), hancur (menir) dan beras sempurna (utuh) (Gambar 2.4 konstruksi e).

Penulis hanya membicarakan mesin prosesing hasil yang kedua yaitu Mesin Pengupas Gabah (Huller) karena sekian banyak penggunaan Huller telah dikenal baik di Indonesia maupun negara-negara lain.

2.5 Komponen-komponen utama

Huller merupakan suatu sistem tertutup yang terdiri dari komponen – komponen yang saling berhubungan dalam mekanisme kerjanya, jika salah satu komponen di dalam tidak berfungsi dengan baik, maka sudah tentu kita tidak pernah mendapatkan hasil yang maksimal dari sebuah mesin pengupasan gabah tersebut, tentu saja yang merupakan menjadikan alasan utama untuk menguraikan komponen-komponen utama dari Huller jenis rol karet yaitu :

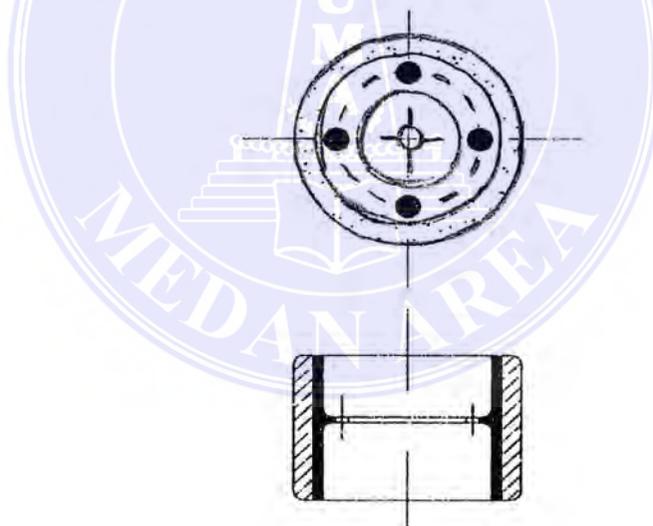
1. Rol Karet
2. Rol Penuntun
3. Poros
4. Batang Pengatur Jarak Renggang
5. Pegas
6. Bantalan
7. Sabuk dan Puli
8. Pasak dan Alur Pasak
9. Motor Penggerak

2.5.1 Rol Karet

Rol karet terdiri dari dua bagian pokok, yaitu bagian drum dan bagian lapisan karetnya. Bagian drum terdapat lubang-lubang baut yang akan digunakan untuk mengikat rol karet kebagian sumbu (as) dari puli rol karet. Bentuk besarnya drum bermacam-macam dan berbeda dari satu mesin pengupasan dengan mesin pengupasan lainnya. Pemakaian rol karet yang terus menerus menyebabkan rol karet semakin tipis dan akhirnya habis sama sekali.

Derajat kekerasan tergantung pada sifat khusus dari masing-masing *Huller* dan jenis gabah (padi) yang akan di olah (dikuliti). Untuk padi jenis *Juponica*, yaitu padi yang biasa ditanam di Jepang, derajat kekerasan rol karetinya 80^0-90^0 . Jenis-jenis padi yang biasa ditanam di Indonesia mempunyai sekam yang lebih tebal, karena kandungan silikatnya lebih banyak. Jenis padi di Indonesia, derajat kekerasan karetinya harus lebih tinggi yaitu 90^0-92^0 , besarnya derajat kekerasan karet ikut menentukan lamanya jam pemakaian (umur) dari rol karet.

Warna rol karet tidak menjadi tanda kualitas rol karet, semata-mata hanya tinggal tergantung keinginan sipemakai, dimana warna rol karet adalah warna hitam, warna kuning muda, warna putih kekuning-kuningan, warna putih kelabu, atau warna merah. Biasanya rol karet terbuat dari keret alam, dewasa ini dibuat pula karet sintetis, bahkan ada pula yang dicampur denga plastik



Gambar 2.6 Penampang rol karet

Daya penggerak rol karet direncanakan $P = 5 \text{ Hp} = 3,73$, dimana $1 \text{ Hp} = 0,746 \text{ kW}$. Kecepatan penggilingan tergantung pada putaran rol dan lebar rol,

putaran rol utama yang sesuai dengan kapasitas olah 400 kg/jam adalah $N_1 = 1125$ rpm.

Maka perbandingan putaran rol karet adalah :

$$i = \frac{N_1}{N_2} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

i = ratio kecepatan

N_1 = kecepatan rol utama

N_2 = kecepatan rol pembantu

Maka kecepatan keliling pada rol karet, V_r (m/s)

$$V_r \text{ Utama} = \frac{\pi \cdot d_2 \cdot N_1}{60} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$V_r \text{ Pembantu} = \frac{\pi \cdot d_2 \cdot N_2}{60} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan demikian untuk mendapatkan momen puntir pada rol, jika penggerak daya penggerak mula adalah P (kW), maka momen puntir M_t (kg/m), adalah (2.3) :

$$M_t = 974 \cdot 10^5 \frac{P}{N_1} \dots\dots\dots(2.4)$$

Maka untuk mendapatkan gayatangensial F_t (kg) bekerja pada jari-jari rata-rata r_m (mm) pada rol, adalah :

$$F_t = \frac{M_t}{r_m} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

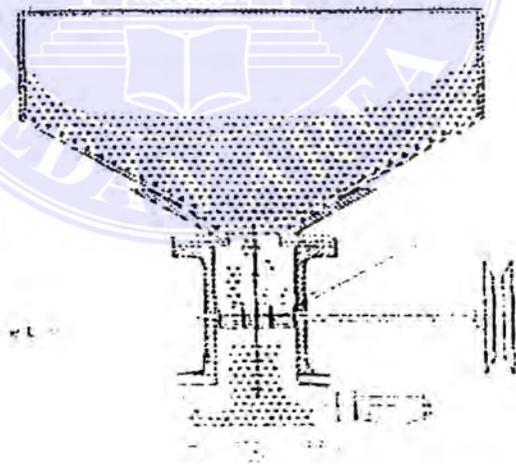
F_t = Gaya tangensial (kg)

r_m = jari-jari (mm)

penggunaan rol karet diklasifikasikan ke dalam dua bagian, yaitu rol utama dan rol pembantu. Keduanya mempunyai ukuran dan bentuk yang sama, hanya saja penempatan dan cara kerjanya yang berbeda.

2.5.2 Rol Penuntun

Rol penuntun adalah suatu komponen berbentuk proses yang disekeliling permukaannya terdapat silinder-silinder kecil ataupun dapat juga dibuat dengan tonjolan-tonjolan gigi yang berfungsi untuk menguraikan gabah yang jatuh daribak penampung agar kontinuitas volume pemasukan gabah ke rol karet dapat merata. Jika pada saat rol penuntun digerakkan maka seolah-olah silinder ataupun gigi-gigi mencakar-cakar gabah yang tertumpuk dari pintu masuk agar turun menuju ruang pengupasan dapat sempurna dan pengausan rol karet merata.



Gambar 2.7 Dudukan rol penuntun

Keterangan gambar :

1. Bak penampung
2. Rol penuntun
3. Rel

Rol penuntun diputar pada sebuah porosnya melalui puli pemutar yang ditransmisikan dari putaran poros sumbu utama melalui transmisi sabuk.

2.5.3 Poros

Poros adalah salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin, hampir seluruh mesin memiliki mekanisme meneruskan tenaga bersama putaran, peran utama mesin seperti ini dipegang oleh poros.

Merencanakan sebuah poros perlu diperhatikan hal kekuatan poros, suatu poros transmisi dapat mengalami beban puntir dan lentur, selain itu poros juga bisa mengalami beban tarik dan beban tekan, maka hal ini poros harus direncanakan hingga cukup kuat dan tahan untuk menerima beban puntiran, tekan, lentur dan tegangan lain yang mungkin terjadi pada poros tersebut.

Pada poros ini digunakan untuk meneruskan daya $P = 5 \text{ Hp} = 3.73 \text{ kW}$ dan putaran 1125 rpm, diperkirakan poros mengalami beban puntir, beban lentur dan dibuat alur pasak. Bahan poros S45C-D yaitu batang baja yang difinis dingin, faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan (f_c) untuk daya normal 1.5.

Untuk daya rencana P_d , adalah [2,6,7,8];

$$P_d = f_c \times P \dots\dots\dots(2.6)$$

Reaksi atau tumbukan dan kejutan yang dialami poros, sesuai dengan ketentuan ASME untuk faktor koreksi (K_t) = 1,0-1,5, diambil 1,5.

Untuk faktor koreksi terhadap beban Intur

$$C_b = 1,2-2,3$$

$$= 2 \text{ (diambil)}$$

$$d_s = \left[\frac{5.1}{rg} K_t C_h T \right]^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(2.8)$$

Maka dengan menggunakan persamaan di bawah ini adalah [2]

Maka tegangan geser yang diizinkan (F_{ka})

$$\tau_{ka} = \frac{\sigma_B}{sf_1 \times sf_2} \dots\dots\dots(2.9)$$

Gaya geser bekerja pada penampang mendatar $b \times l$ (mm^2) oleh gaya F_t (kg). dengan demikian tegangan geser τ_k (kg/mm^2) yang ditimbulkan adalah :

$$\tau_k = \frac{F_t}{b \times l} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana : l = Panjang pasak 15 mm

F_t = gaya tangensial (kg)

$$= \frac{T}{Dp / 2} \dots\dots\dots(2.11)$$

Tekanan permukaan P_a (kg/mm^2) adalah :

$$P_a = \frac{F_t}{l \times (t_1 \text{ atau } t_2)} \dots\dots\dots(2.12)$$

2.5.4 Batang Pengatur Jarak Renggang

Batang perenggang mempunyai fungsi merapat dan merenggangkan yang terhubung pada batang poros yang berulir dan diberi penahan pegas yang menahan getaran sehingga pada waktu pengaturan jarak kerapatan dan kerenggangan. Batang diputar berlawanan arah jarum maka batang yang terikat dengan rol merapat ke rol utama, karena batang memiliki ulur, jika batang diputar searah jarum jam maka batang yang terikat dengan rol peregang dari rol utama, karena adanya pegas yang menekan posisi semula, batang perenggang ini juga bertujuan sebagai pengatur pemecahan bulir gabah.

Bila padi sudah terkupas kulitnya dengan beras pecah kulit, maka batang pengatur jarak renggang akan sangat bermanfaat untuk mengatur pecahan bulir gabah.



Gambar 2.8. Batang Pengatur Jarak Renggang

2.5.5 Pegas

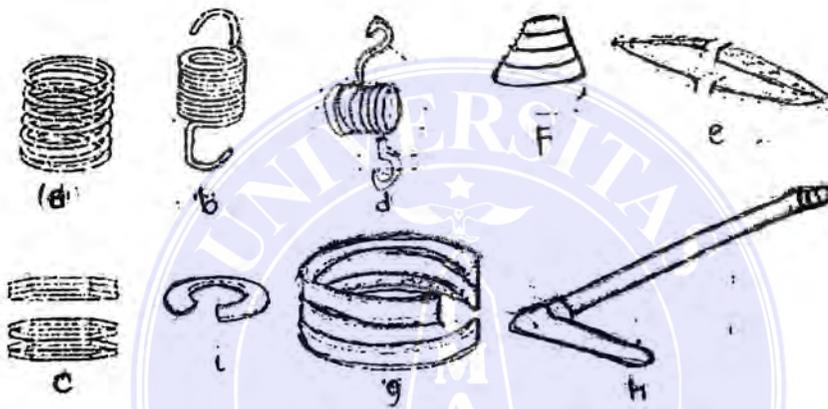
Pegas adalah suatu benda yang dapat untuk membentuk sebuah gaya, dan pegas sangat berguna untuk suatu pesawat yang menggunakan pegas. Pegas ini dipakai dalam bangunan pesawat untuk keperluan bermacam-macam keperluan yang terpenting diantaranya adalah :

- a. Menerima kejutan dan tumbukan
- b. Memberi suatu gaya tertentu
- c. Memberikan usaha sebanyak yang diberikan kepada pegas

Macam-macam pegas :

Pegas dapat digolongkan atas jenis pembebanan yang dapat diterimanya seperti

Gambar 2.9 sebagai berikut :



Gambar 2.9 Macam-Macam Pegas

Keterangan gambar :

- | | | |
|-----------------|-----------------|------------------------|
| a. Pegas Tekan | d. Pegas volut | g. Pegas cincin |
| b. Pegas tarik | e. Pegas daun | h. Pegas batang puntir |
| c. Pegas punter | f. Pegas piring | |

Bahan pegas :

Pegas dapat di buat dari berbagai jenis bahan sesuai dengan penggunaannya di dalam kontruksi permesinan. Bahan baja dengan penampang lingkaran adalah yang paling banyak dipakai.

Bahan pegas yang direncanakan dipilih bahan SUP4 dengan tegangan geser bahan geser (τ_g) = 65 kg/ mm², dan diameter kawat pegas (d) = 6 mm, dengan berdiameter (Do) = 42 mm, dengan modulus geser (G) = 8 x 10³ kg/mm² diameter rata-rata lilitan adalah :

$$D = Do-d \dots\dots\dots(2.13)$$

Dengan memperhitungkan efek kelengkungan atau indeks pegas (C)

$$\text{Maka indeks (C)} = \frac{D}{d} \dots\dots\dots(2.14)$$

Beban maksimal yang dapat ditahan pegas dapat ditentukan dengan persamaan berikut ini adalah [2,3,6,8] :

$$W = \frac{\pi \cdot \tau_g \cdot d^3}{8 \cdot K \cdot D} \dots\dots\dots(2.15)$$

Defleksi perlilitan aktif $\left(\frac{\delta}{n}\right)$ adalah :

$$\frac{\delta}{n} = \frac{8 \cdot W \cdot D^3}{d^4 \cdot G}$$

Dimana :

G = Harga modulus geser
= 8 x 10 kg/mm²

δ = lendutan

n = Jumlah lilitan aktif

2.5.6 Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-balik dapat berlangsung secara halus, aman dan panjang umur. Dimana bantalan yang digunakan adalah bantalan bola (peluru) sebagai tumpuan atau pendukung pada konstruksi Huller ini. Keuntungan dari bantalan ini mempunyai gesekan gelinding yang sangat kecil yang dipasang diantara cincin luar dan dalam dengan menggerakkan salah satu cincin, bola akan membuat gerakan gelinding sehingga gesekan diantara jauh lebih kecil.



Gambar 2.10 Bantalan gelinding

Hasil ketentuan dan dimensi bantalan tersebut, maka *gaya radial* yang bekerja pada bantalan dapat diperoleh dengan persamaan di bawah ini :

$$F_t = F_t \text{ dan } \alpha$$

Dimana : F_t = Gaya tangensial

$$\alpha = 8^\circ$$

Dengan demikian beban akivalen dinamis (P_r) yang terjadi pada bantalan adalah :

$$Pr = X.V.Fr + Y.Fa \dots \dots \dots (2.16)$$

Dimana : $V = 1$ (untuk pembebanan pada cincin dalam yang berputar)

$$Fa = 0$$

$$Y = 0 \text{ (untuk baris tunggal)}$$

$$X = 1 \text{ (untu baris tunggal)}$$

Faktor kecepatan yang terjadi (f_n) adalah :

$$f_n = \left[\frac{33,3}{n} \right]^{\frac{1}{3}} \dots \dots \dots (2.17)$$

dimana :

$$Pr = \text{Beban akivalen}$$

$$C = \text{Beban nominal dimensi spesifik}$$

$$= 790 \text{ kg (nomor bantalan 6005 untuk diameter poros 25 mm)}$$

Umur nominal (L_h) adalah :

$$L_h = 500.f_n^3$$

Bantalan yang dipakai dalam perencanaan ini adalah bantalan bola dengan nomor bantalan 6005, dengan ukuran sebagai berikut :

$$\text{Diameter dalam (d)} = 25 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter luar (D)} = 47 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar (B)} = 12 \text{ mm}$$

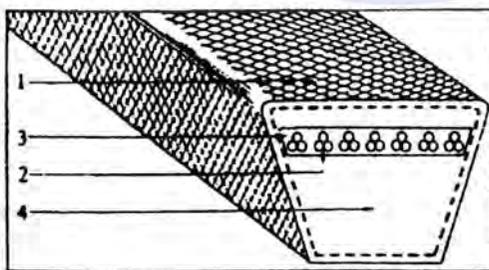
$$\text{Radius (r)} = 1 \text{ mm}$$

2.5.7 Sabuk dan Puli

Jarak yang jauh antara dua buah poros yang tidak memungkinkan ditransmisi langsung dengan roda gigi, dalam hal demikian cara transmisi putaran atau daya yang lain dapat ditetapkan, dimana sebuah sabuk luwes atau rantai dapat dibelikan kesekeliling puli atau sprocket pada poros.

Sebagian besar transmisi sabuk menggunakan sabuk-V, karena mudah penanganannya dan harganya pun murah dan daya maksimum yang dapat ditransmisikan kurang lebih 500 kW, karena terjadi slip antara puli dan sabuk-V tidak dapat meneruskan putaran dengan perbandingan yang tepat.

Sabuk-V terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium tenunan tetoran atau semacamnya digunakan sebagai inti sabuk untuk membawa tarikan yang besar. Sabuk-V dibelitkan disekeliling alur puli yang berbentuk "V" pula. Bagian sabuk yang sedang membelit pada puli mengalami kelengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan tambah besar, yang menghasilkan transmisi gaya yang besar pada tegangan yang relatif rendah, hal ini merupakan salah satu keunggulan sabuk-V dibandingkan dengan sabuk rata, pada Gambar 2.11 beberapa bentuk penampang dan konstruksi sabuk-V.



1. Terpal
2. Bagian penarik
3. Karet pembungkus
4. Bantal karet

Gambar 2.11 Kontruksi sabuk-V

Dimana sabuk-V yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Tipe sabuk = Tipe “ A”

Tinggi (t) = 9,0 mm

Lebar (b) = 12,5 mm

Sudut tekan = 40⁰

Putaran motor penggerak yang direncanakan (n_p) = 1500 rpm dengan diameter puli penggerak (d_p) = 145 mm (minimal yang dianjurkan berdasarkan tipe “A”). Putaran yang direncanakan pada kipas hisap yang digerakkan (n_1) = 900 rpm.

Maka persamaannya adalah [2,5,7];

$$\text{Dimana : } i = \frac{n_p}{n_1} = \frac{d_1}{d_p} \dots\dots\dots(2.19)$$

Jarak sumbu poros (C)

C = 500 mm (diambil)

Maka panjang sabuk yang digunakan (L) adalah :

$$L = 2.C + \frac{\pi}{2} .(d_p + d_1) + \frac{1}{4.C} .(d_1 - d_p)^2 \dots\dots\dots(2.20)$$

Jarak sumbu poros (C) adalah :

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8.(d_1 - d_p)}}{8} \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana :

$$b = 2.L - \pi (d_1 + d_p) \dots\dots\dots(2.22)$$



Diameter puli rol utama (d_2)

Dimana :

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \dots\dots\dots(2.23)$$

Diameter puli rol pembantu (d_3) :

$$i = \frac{n_2}{n_3} = \frac{d_2}{d_3} \dots\dots\dots(2.24)$$

Diameter puli pengatur /setelah (d_4)

$d_4 = 115 \text{ mm}$ (minimal yang diizinkan berdasarkan tipe “ A”)

dimana :

$$n_4 = \frac{n_3}{n_4} = \frac{d_4}{d_3} \dots\dots\dots(2.25)$$

Maka putaran (n_4) adalah :

$$n_4 = \frac{n_3}{0.465} \dots\dots\dots(2.26)$$

Maka panjang sabuk (L) adalah :

$$L = 2.C + \frac{\pi}{2} .(d_1 + d_2 + d_3 + d_4) + \frac{1}{4.C} .(d_1 - d_2 - d_3 - d_4)^2 \dots\dots (2.27)$$

Maka jarak sumbu poros (C) adalah :

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8.(d_1 - d_2 + d_3 - d_4)^2}}{8} \dots\dots\dots(2.28)$$

Dimana :

$$b = 2. L - \pi (d_1 + d_2 + d_3 + d_4) \dots\dots\dots(2.29)$$

Diameter puli rol penuntun (d_{rp})

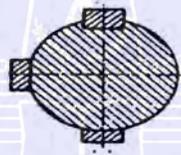
Dimana :

$$i = \frac{n_2}{n_{rp}} = \frac{d_{rp}}{d_2} \dots\dots\dots(2.30)$$

2.5.8 8. Pasak dan Alur Pasak

Pasak adalah suatu elemen mesin yang dipakai untuk menetapkan bagian-bagian mesin seperti roda gigi, puli sporket, kopling dan lain-lain. Momen pada poros di teruskan ke naf atau dari naf ke poror.

Menurut letaknya pada poros dapat dibedakan antara pasak pelana, pasak rata, pasak benam dan pasak singung, yang umumnya berpenampang segi empat. Arah memenjang dapat berbentuk primatis atau berbentuk tirus. Perencanaan jenis pasak yang akan digunakan adalah pasak benam, karena pasak jenis ini dapat meneruskan jenis yang besar.



Gambar 2.12 Jenis pasak benam

2.5.9 Motor penggerak

Sumber-sumber tenaga dapat diperoleh antara lain, dari tenaga manusia, tenaga hewan, tenaga alam (air, angin, sinar matahari, dan sebagainya), tenaga motor bakar, tenaga listrik dan sebagainya di sini motor penggerak yang dipakai adalah motor listrik, suatu mesin yang dapat berubah suatu bentuk energi listrik menjadi energi mekanis, dan di dalam penggunaannya motor listrik yang menghasilkan energi mekanis, daya dan putarannya dipakai untuk menggerakkan mesin melalui sabuk-V. daya yang direncanakan untuk motor penggerak 5 Hp dan putarannya 1500 rpm.

BAB 4

KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Setelah penulis melakukan analisa serta perhitungan terhadap komponen-komponen mesin pengupas gabah yang direncanakan tersebut di atas, maka penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Daya

- a. Daya untuk menggerakkan rol karet = 3,73 kW
- b. Daya untuk menggerakkan rol penuntun = 1,5 kW
- c. Daya yang dibutuhkan rol karet = 5 Hp

2. Rol Karet

- a. Lebar rol (L) = 152,4 mm
- b. Diameter drum = 222,2
- c. Diameter dalam (d) = 175,5 mm
- d. Putaran rol utama (N_1) = 1125 rpm
- e. Putaran rol pembantu (N_2) = 877,5 rpm
- f. Kecepatan keliling rol utama (V_r) = 13 m/s
- g. Kecepatan keliling rol pembantu (V_r) = 10,5 m/s

3. Rol Penuntun

- a. Diameter rol penuntun = 20 mm
- b. Diameter bagian gigi rol = 35 mm
- c. Tinggi gigi (t) = 7,5 mm
- d. Lebar gigi (h) = 6 mm

- e. Jarak bagi gigi (W) = 27,5 mm
- f. Jumlah gigi (n) = 4 buah
- g. Putaran rol (n_r) = 750 rpm
- h. Kecepatan rol penuntun (V_{rp}) = 1,37 mm

4. Poros

- a. Bahan poros S45 C-D
- b. Diameter poros (DP) = 27 mm
- c. Momen torsi (T) = 4839,6 Kg/mm
- d. Daya yang direncanakan (P_d) = 5,59 kW

5. Pasak

- a. Jenis pasak adalah pasak benam
- b. Bahan pasak S30 C
- c. Lebar pasak (b_1) = 5 mm
- d. Tebal (h_1) = 5 mm
- e. Panjang (L_1) = 10-80

6. Pegas

- a. Diameter rata-rata pegas (D) = 36 mm
- b. Diameter luar pegas (D_o) = 42 mm
- c. Defleksi (δ) = 53 mm
- d. Jumlah lilitan (n) = 13,5 lilitan
- e. Lebar pitch (h) = 10 mm
- f. Panjang bebas (L_f) = 134 mm

7. Batalan

- a. Diameter dalam (d) = 25 mm
- b. Diameter luar (D) = 47 mm
- c. Lebar (B) = 12 mm
- d. Radius (R) = 1 mm
- e. Umur nominal (Lh) = 53585,9 jam

8. Puli

- a. Tipe sabuk "A"
- b. Lebar (b) = 12,5 mm
- c. Tinggi (t) = 9,0 mm
- d. Sudut tekan = 40°
- e. Diameter puli kipas (d_1) = 241,5 mm
- f. Diameter puli rol utama (d_2) = 193 mm
- g. Diameter puli pengatur / setelan = 115 mm
- h. Diameter puli rol penuntun (drp) = 289,5 mm
- i. Diameter puli motor (dp) = 145 mm

Alur Sabuk -V

$$L_0 = 12,5 \text{ mm}$$

$$K = 5,5 \text{ mm}$$

$$K_0 = 9,5 \text{ mm}$$

$$e = 19,0 \text{ mm}$$

$$F = 12,5 \text{ mm}$$

$$W = 16,07 \text{ mm}$$

Maka dari hasil perencanaan mesin pengupas gabah, alat ini sudah bisa dibuat atau digunakan kapasitas pengupasan 400 kg/jam, hasil pengupasan 6,67.

4.2 Saran

Selain menarik kesimpulan, penulis memberikan saran-saran yang perlu diterapkan pada saat proses pengupasan gabah, antara lain ;

- a. Utamakan keselamatan gabah, antara lain :
- b. Pada waktu pengisian gabah (padi) ke dalam bak penampungan dianjurkan tidak melebihi kapasitas yang telah ditentukan.
- c. Proses pengisian gabah ke dalam mesin pengupasan gabah supaya dilakukan bertahap-tahap, agar proses pemipilan berjalan lancar.
- d. Mesin harus diperiksa dan dibersihkan secara rutin sesudah atau sebelum pemakaian agar mesin memberikan umur yang panjang dalam pemakaian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Mulyono Harjosentono, (2000). “ Mesin-Mesin Pertanian”. Edisi pertama, Penerbit PT.Bumi Aksara Jakarta.
2. Sularso Kiyokatsu Suga, (1997). “ Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin”, edisi kedua, PT. Pradya Paramitha. Jakarta.
3. Josephe Shingly, Larry D.Mitchell. (1984), “ Perencanaan Teknik Mesin”, edisi kesatu, Erlangga.
4. R. Dagang Tarmana, edisi kesatu, (1952). “ Pemakaian Rubber Rol”, Direktorat Pertanian Jakarta.
5. Asril, B. Abbas, (1976). “ Ilmu Bangunan Pesawat Yang Praktis”, edisi kedua Teknik H.Stam. Jakarta.
6. George E.Dieter, (1988),” Metalurgi Mekanik”, edisi ketiga, jilid dua, Erlangga, Jakarta.
7. Drs. Kamajaya, edisi kedua, (1984). “ Fisika”, Ganeca Exact, Bandung.
8. Amat Saroni, (1986),” Iktisar Dan Rumus Matematika”, edisi kedua. CV. Aneka Ilmu, Erlangga, Jakarta.

LAMPIRAN 1**Tabel 1. Baja karbon untuk konstruksi mesin dan baja batang yang difinis dingin untuk**

Standar dan Macam	Lambang	Perlakuan Panas	Kekuatan tarik (kg/mm ²)	Keterangan
Baja karbon konstruksi mesin (JIS G 4501)	S30 C	Penormalan	48	
	S35 C	“	52	
	S40 C	“	55	
	S45 C	“	58	
	S50 C	“	62	
	S55 C	“	66	
Batang baja yang difinis dingin	S35 C-D	-	53	Ditarik dingin, digerinda, dibubut atau gabungan antara hal-hal tersebut.
	S45 C -D	-	60	
	S55C-D	-	72	

Sumber : Sularso Kiyokatsu Suga, Elemen Mesin

Tabel . Bahan untuk Flens dan baut kopling tetap

Elemen	Tipe standar	Lambang	Perlakuan Panas	Kekuatan tarik (kg/mm ²)	Keterangan	
Flens	Besi cor kelabu (JIS 5501)	FC 20	Pelunakan temperatur rendah	20	Penormalan kadang-kadang setelah penormalan dilanjutkan dengan ditempat	
		FC25	“	25		
		FC 30	“	30		
		FC 35	“	35		
	Baja karbon cor (JIS G 5101)	SC37	Pelunakan	37		
		SC 42	“	42		
		SC 46	“	46		
		SC 49	“	49		
	Baja karbon tempa (JIS G 3210)	SF 50	Perlunakan	50-60		Perlakuan yang lain juga dilakukan
		SF 55	“	55-65		
SF 60		“	60-70			
Baut dan mur	Baja karbon untuk konstruksi mesin	S20 C	-	40		
		S35 C	-	50		
		S40 C	-	60		
		S45 C	-	70		
	Baja karbon untuk konstruksi biasa (JIS G 3101)	SS41B	-	40		
		SS50B	-	50		
	Bja batang difinis dingin (JIS G 3123)	S20C-D	-	50		
		S35C-D	-	60		

Sumber : Sularso kiyokatsu Sugo, Elemen Mesin