

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### ***2.1 Rotor Bar pada mesin Ripple Mill***

Proses pemecahan biji pada pabrik kelapa sawit merupakan suatu proses yang sangat berpengaruh untuk keberhasilan pengolahan inti. *Ripple mill* merupakan salah satu alat pemecah biji yang sering digunakan pada pabrik kelapa sawit.

Mekanisme pemecahan *Ripple Mill* yaitu dengan cara menekan biji dengan *Rotor* pada dinding yang bergerigi dan menyebabkan pecahnya biji. Biji yang berada didalam alat akan mengalami frekuensi benturan yang cukup tinggi baik dengan plat bergerigi maupun *Rotor* sehingga frekuensi pukulan ini dapat menembakkan biji lebih mudah leang.

Cara kerja *ripple mill* :

*Ripple mill* merupakan suatu alat yang digunakan pada pabrik kelapa sawit untuk proses pengolahan inti yang berfungsi untuk memecahkan nut sehingga inti terlepas dari cangkang. Pada *Ripple Mill* terdapat *Rotor* yang berputar pada *Ripple Plate* bagian yang diam. Biji masuk diantara *Rotor* dan *Ripple Plate* sehingga saling berbenturan dan memecahkan cangkang dari inti. Biji dari *Nut Silo* masuk ke *Ripple Mill* untuk dipecah sehingga inti terpisah dari cangkang. Biji yang masuk melalui *Rotor* akan mengalami gaya sentrifugal (menjauhi pusat putaran) sehingga biji keluar dari *Rotor* dan terbanting dengan kuat yang menyebabkan cangkang pecah. Cangkang dan inti yang sudah terpisah diangkut oleh *Cracked Mixture Conveyor* lalu masuk *Cracked Mixture Elevator* dan diolah untuk proses berikutnya untuk mendapatkan inti kelapa sawit.

### Komponen *Ripple Mill* :

Komponen utama *Ripple Mill* terdiri dari beberapa bagian yaitu :

#### a. Rotor

*Rotor* adalah bagian mesin yang berputar yang terdiri dari beberapa bagian komponen, yaitu sebagai berikut :

##### 1) *Rotor As*

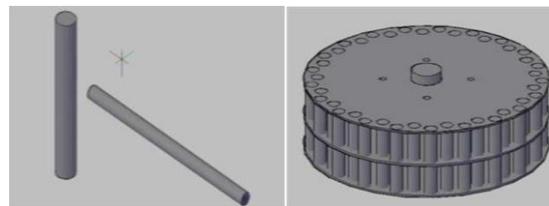
*Rotor as* adalah poros yang digunakan sebagai penumpu beban komponen lain pada *rotor*. Akibat putaran *Rotor as* maka *Rotor* akan berputar, putaran *Rotor as* adalah akibat motor yang mentransmisikan putarannya ke *Rotor as* melalui puli dan sabuk.

##### 2) Piringan

*Piringan* adalah salah satu komponen *Rotor* yang digunakan sebagai kedudukan dari *Rotor bar*. Piringan digunakan sebagai pengapit *Rotor bar* agar tetap pada posisinya

##### 3). *Rotor bar*

*Rotor bar* adalah poros pejal yang berbentuk di sekeliling *Rotor* yang digunakan tempat biji sawit yang masuk ke *Ripple Mill*. Selanjutnya *Rotor* membawa biji berputar bersama putaran *Rotor* untuk dipecah.



Gambar 2.1 *rotor bar*, sumber :

[https://pustaka.stipap.ac.id/files/ta/1202379\\_170920104258\\_BAB\\_II.pdf](https://pustaka.stipap.ac.id/files/ta/1202379_170920104258_BAB_II.pdf)

b. *Spacer ring*

*Spacer ring* digunakan sebagai kopling antara as dengan piringan sehingga piringan berputar bersamaan dengan putaran *Rotor as*.

c. Baut dan mur

Baut dan mur merupakan alat pengikat yang sangat penting pada bagian *Rotor*. Baut dan mur memiliki fungsi sebagai pengikat antara *Spacer Ring* dengan piringan.

d. *Ripple plate*

*Ripple Plate* disebut dengan dinding pemecah biji. Biji yang dibawa berputar oleh rotor akan terlempar mengalami tekanan ke dinding ini sehingga mengakibatkan biji terpecah. *Ripple Plate* dibuat bergerigi pada dindingnya untuk menciptakan tekanan yang terjadi pada biji

e. Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman dan panjang umur. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen lainnya bekerja dengan baik, jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja sebagaimana mestinya.

f. *Ripple side*

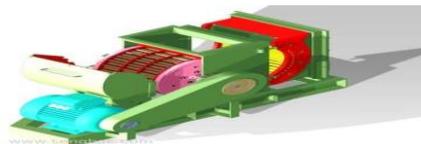
*Ripple Side* adalah penutup *Ripple Mill* agar biji yang masuk kedalam *Ripple Mill* dapat keluar sebelum terjadi pemecahan.

g. motor listrik

Motor induksi adalah suatu mesin listrik yang merubah energi listrik menjadi energi gerak dengan menggunakan gandengan medan listrik dan mempunyai slip antara medan stator dan medan rotor. Pada sistem kerja *Ripple Mill*, rotor akan diputar

sehingga menimbulkan tekanan untuk memecah biji dan menghasilkan gaya sentrifugal. Sementara sentrifugal sendiri adalah gaya percepatan yang muncul secara sederhana dari percepatan rotasi kerangka acuan, yang berarti benda akan bergerak menjauhi pusat lingkaran. Dalam hal ini *Ripple Mill* dapat berputar akibat digerakkan oleh sebuah motor yang pada porosnya dikaitkan sebuah *belt* atau sabuk yang saling keterkaitan pada poros *Ripple Mill*.

Salah satu komponen dari mesin ripple mill yang sangat penting adalah *rotor bar*. Bagian ini terdiri dari batang-batang besi yang bergerak yang berfungsi untuk memecahkan nut dari cangkang. *Rotor Bar* adalah poros pejal yang berbentuk di sekeliling Rotor yang digunakan tempat biji sawit yang masuk ke *Ripple Mill*. Kemudian *Rotor* membawa biji berputar bersama putaran Rotor untuk dipecah, masuk diantara *rotor* dan *ripple plate* sehingga saling berbenturan dan memecahkan cangkang dari inti. Karena fungsinya yang penting dan mengeluarkan biaya jika terjadi kerusakan, maka dari itu perusahaan harus merawat mesin agar alat tidak rusak sewaktu beroperasi sehingga tidak terjadi kerusakan alat yang dapat merugikan perusahaan, salah satu kerusakan pada mesin *ripple mill* adalah patahnya *rotor bar* sehingga perlu pergantian yang baru.



Gambar 2.2 mesin *Ripple Mill*, ( Sumber :

<http://tengbot.com/model-3d-ripple-mill-msb.html> )



Gambar 2.3 *rotor bar* yang patah

([https://pustaka.stipap.ac.id/files/ta/1202359\\_170919033648\\_BAB\\_I.pdf](https://pustaka.stipap.ac.id/files/ta/1202359_170919033648_BAB_I.pdf) )

## 2.2 Baja

Baja merupakan paduan yang sebagian besar terdiri dari unsur besi dan karbon 0,2%-2,1% ( Choudhury et al., 2001). Selain itu juga mengandung unsure-unsur lain seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), mangan (Mn), dan sebagainya. Namun unsure-unsur ini hanya dalam presentasi kecil. Sifat mekanik tidak hanya tergantung pada komposisi kimia suatu paduan, tetapi juga tergantung pada struktur mikronya. Suatu paduan dengan komposisi kimia yang sama dapat memiliki struktur mikro yang berbeda dengan, dan sifat mekaniknya akan berbeda. Struktur mikro tergantung pada pengerjaan yang dialami, terutama proses laku panas yang diterima selama proses pengerjaan.

Baja didefinisikan suatu campuran dari besi dan karbon, dimana unsur karbon (C) menjadi dasar campurannya. Disamping itu baja mengandung unsur campuran lainnya seperti sulfur (S) 0,05%, fosfor (P) 0,05%, silikon (Si) 0,1-0,3%, mangan (Mn) 1% dan kandungan karbon sekitar 0,1 - 1,7 % sedangkan unsur lainnya dibatasi khusus (Amanto,1999:22). Menurut kandungan karbonnya (C) baja karbon diklasifikasikan menjadi menjadi tiga macam :

### a. Baja karbon rendah

Baja karbon rendah merupakan bukan baja yang keras karena kadar karbonnya sedikit. Baja ini disebut baja ringan (*mild steel*) atau baja perkakas yang mengandung karbon kurang dari 0,3%. Baja ini dapat dijadikan mur, baut, ulir sekrup dan lain-lain (Amanto, 1999:33).

### b. Baja karbon sedang

Baja karbon sedang merupakan baja dengan kandungan karbon 0,3– 0,6%, cukup keras dibandingkan dengan baja karbon rendah. Baja ini memungkinkan untuk dikeraskan sebagian dengan pengerjaan panas (*heattreatment*) yang sesuai.

Baja karbon sedang digunakan untuk roda gigi, porosengkol, ragam dan sebagainya (Amanto, 1999:33).

c. Baja karbon Tinggi

Baja karbon tinggi mempunyai kandungan karbon 0,6–1,5%, baja ini sangat keras namun keuletannya rendah, biasanya digunakan untuk alat potong seperti gergaji, pahat, kikir dan lain sebagainya. Karena baja karbon tinggi sangat keras, maka digunakan untuk produksi harus dikerjakan dalam keadaan panas ( Amanro, 1999:33)

Table Spesifikasi Baja HQ 705, (sumber Tira Austenite) :

Chemical Composition	C	Cr	Ni	Mo
	0.30	130-1.70	1.30-170	0.15-0.30

Comparasion to International Standards	AISI/SAE/ASTM	4340 , 4337
	Werkstoff	1.6582
	DIN	34 CrNiMo 6
	BS	816M40, 817 M 40
	AFNOR	35 NCD 6, 34 CrNiMo 8
	JIS	SNCM 447
	SIS	2541

Mechanical Properties As Supplied	Yield strength, Rp 0.2	Min. 700 N/mm <sup>2</sup> (70 kg/mm <sup>2</sup> )
	Tensile strength, Rm	900-1100 N/mm <sup>2</sup> (90-110 kg/mm <sup>2</sup> )
	Elongation, As	Min. 12%
	Reduction of area, Z	Min.55%
	Impactstrength, KU	Min. 45 joules
	Hardeness	270-330 Inell

## 2.3 Heat Treatment

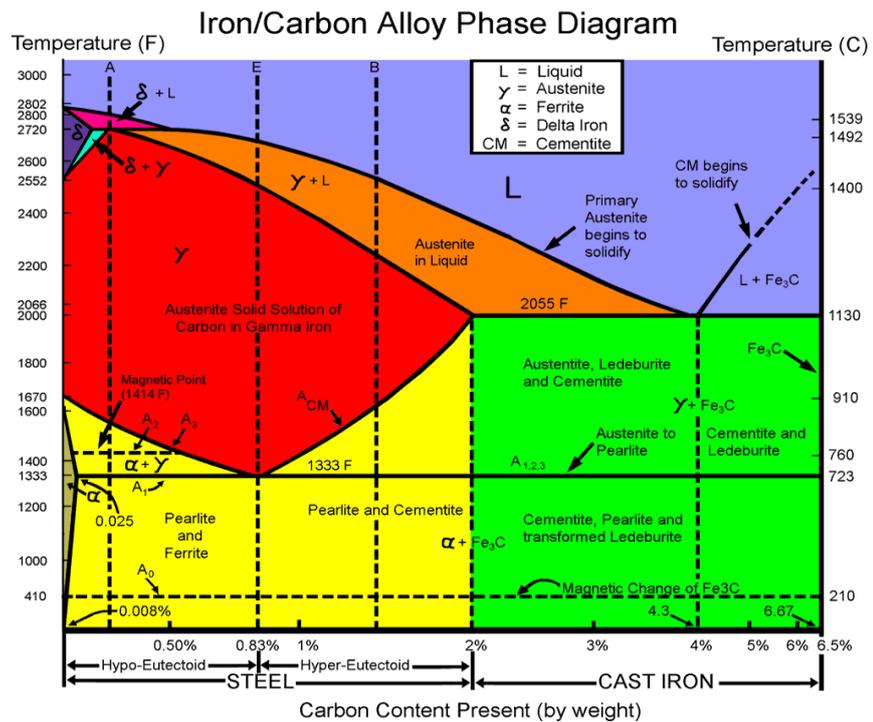
*Heat treatment* (Perlakuan panas) secara luas diklasifikasikan atas dua jenis yaitu proses perlakuan panas yang menghasilkan kondisi seimbang dan proses perlakuan panas yang menghasilkan kondisi tidak seimbang. Dalam kondisi seimbang baja mempunyai kekuatan dan kekerasan yang kurang, tetapi kekenyalannya lebih tinggi kondisi yang tidak seimbang. Perlakuan panas yang seimbang adalah proses *annealing* (pemijaran dingin), proses ini didefinisikan sebagai pemanasan pada suhu yang sesuai diikuti dengan pendinginan pada kecepatan yang sesuai. Kemudian perlakuan panas yang tidak seimbang adalah *hardening* (pengerasan) dan *tempering* (penyepuhan), pada proses *hardening* bajadipanaskan untuk menghasilkan struktur austenit dan selanjutnya didinginkan. Sedangkan *tempering* (penyepuhan) baja dipanaskan kembali pada suhu kritis terendah setelah dilakukan pengerasan untuk memperbaiki kekuatan dan kekenyalannya ( Amanto, 1999:72). Pada penelitian ini jenis perlakuan panas yang digunakan adalah perlakuan *hardening*.

*Hardening* adalah suatu proses perlakuan panas yang dilakukan untuk menghasilkan suatu benda kerja yang keras ,proses ini dilakukan pada *temperature* tinggi untuk memperoleh sifat tahan aus yang tinggi, kekuatan dan *fatigue limit/ strength* yang lebih baik. Kekerasan yang dapat dicapai tergantung pada kadar karbon dalam baja dan kekerasan yang terjadi akan tergantung pada temperatur pemanasan (*temperatur autenitising*),*holding time* dan laju pendinginan yang dilakukan serta seberapa tebal bagian penampang yang menjadi keras banyak tergantung pada *hardenability*.(Szienna,2013)

Langkah-langkah dalam proses *hardening* adalah sebagai berikut :

- a) Melakukan pemanasan (*heating*) bertujuan untuk mendapatkan struktur *Austenite*, yang salah dari sifat *Austenite* adalah tidak stabil pada suhu di bawah Ac-1, sehingga dapat ditentukan struktur yang

diinginkan.



**Gambar 2.4** Diagram Fe-Fe<sub>3</sub>C (Sumber :Szienna,2013)

- b) Penahanan suhu ( *Holding time*) dilakukan untuk mendapatkan kekerasan maksimum dari suatu bahan pada proses *hardening* dengan menahan pada temperatur pengerasan untuk memperoleh pemanasan yang homogen sehingga struktur austenitnya homogen atau terjadi kelarutan karbida ke dalam austenit dan difusi karbon dan unsur paduannya.
- c) Pendinginan, Untuk proses *hardening* kita melakukan pendinginan secara cepat dengan menggunakan media air kelapa. Tujuannya adalah untuk mendapatkan struktur martensite, semakin banyak unsur karbon, maka struktur martensite yang terbentuk juga akan semakin banyak. Karena martensite terbentuk dari fase Austenite yang didinginkan secara cepat. Hal ini disebabkan karena atom karbon tidak sempat berdifusi keluar dan terjebak dalam struktur kristal dan membentuk struktur tetragonal yang ruang kosong antar atomnya kecil, sehingga kekerasannya meningkat.

Tabel  *Holding Time*

Jenis Baja	Waktu Tahan <i> Holding Time</i>
Baja karbon rendah dan paduan rendah	5 – 15 menit
Baja paduan menengah	15 – 25 menit
<i> Low alloy tool steel</i>	10 – 30 menit
<i> High alloy tool steel</i>	10 – 60 menit
<i> Hot- work tool steel</i>	15 – 30 menit

(Sumber: Agus Pramono, 2011:34)

## 2.4 Media *Quenching*

Metode  *quenching* merupakan salah satu metode pendinginan dengan laju pendinginan cepat yang dilakukan dalam suatu media pendingin berbentuk cairan. Supaya memperoleh sifat mekanik yang lebih keras. Untuk baja karbon rendah dan baja karbon sedang biasanya dilakukan pencelupan dengan media pendingin air, sedangkan untuk baja karbon tinggi dan baja paduan digunakan minyak sebagai media pencelupan, dikarenakan minyak laju pendinginannya tidak secepat air (Bahtiar  *et al*, 2008).

Quenching adalah proses pendinginan cepat pada saat logam telah mengalami perlakuan panas hingga pada titik temperatur tertentu dengan kecepatan pendinginan tergantung media  *quenching* yang digunakan. Media yang dapat digunakan dalam penelitian ini ialah air kelapa.

Penggunaan air kelapa sebagai media pencelupan  *quenching* dikarenakan air kelapa mempunyai kandungan elektrolit dibandingkan air putih biasa. Berdasarkan penelitian Hendi Saputra  *et al* ( 2014 ), kekuatan tarik baja St 37 pasca pengelasan dengan media pendingin air kelapa didapatkan kekuatan tarik terendah rata\_rata 49,764 kg/mm<sup>2</sup> dibanding

media oli bekas dan air garam, maka patut diduga air kelapa dapat digunakan sebagai media pendingin air kelapa.

Perbandingan komposisi zat gizi dari air kelapa muda dan air kelapa tua dapat dilihat pada table berikut

Komposisi air kelapadalam 100 gram	Air kelapa muda	Air kelapa tua
Kalori	17,0 kal	-
Protein	0,2 g	0,14g
Lemak	1,0 g	1,5 g
Karbohidrat	5,8 g	3,2 g
Kalsium	15,0 g	-
Fosfor	8,0 g	0,5 g
Besi	0,2 g	-
Air	95,5 mg	91,5 mg

Sumber: Mahmud( 2005 ).

## 2.5 Pengujian Kekerasan

Kekerasan (*hardness*) adalah salah satu sifat mekanik (*Mechanical properties*) dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami pergesekan (*frictional force*) dan deformasi plastis.

Deformasi plastis terdiri dari suatu keadaan suatu material ketika material tersebut diberikan gaya maka struktur mikro dari material tersebut sudah tidak dapat kembali ke bentuk asal artinya material tersebut tidak dapat kembali ke bentuk semula. Lebih ringkasnya kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi ( penekan ). Ada 3 macam jenis pengujian kekerasan yaitu pengujian brineel, pengujian Vickers dan pengujian Rockwell.

Metode *Rockwell* dimana kekerasan suatu bahan dinilai dari diameter atau diagonal jejak yang dihasilkan maka metode *Rockwell* merupakan uji kekerasan dengan pembacaan langsung (*direct reading*).

Metode ini banyak dipakai dalam industri karena pertimbangan praktis. Metode yang paling umum dipakai adalah Rockwell B dengan referensi ASTM E 18 memakai indenter bola baja berdiameter 1/6 inci dan beban 100 kg dan *Rockwell* memakai indenter intan dengan beban 150kg. Sedangkan untuk bahan lunak menggunakan penetrator yang digunakan adalah bola Baja (Ball) yang kemudian dikenal dengan skala B dan untuk bahan yang keras penetrator yang digunakan adalah kerucut intan (*Cone*) dengan sudut puncak 120°. Pengujian kekerasan Rockwell didasarkan pada kedalaman masuknya penekan benda uji. (Calister, 2007).

Uji kekerasan *Rockwell* sering dipakai untuk material yang keras. Hal ini disebabkan oleh sifat-sifatnya yaitu cepat, bebas dari kesalahan manusia, mampu untuk membedakan perbedaan kekerasan yang kecil pada baja yang diperkeras, dan ukuran lekukannya kecil, sehingga bagian-bagian yang mendapatkan perlakuan panas yang lengkap, dapat diuji kekerasannya tanpa menimbulkan kerusakan (Callister, 2000 ; Surdia dan Saito, 2000).



**Gambar 2.5 Rockwell hardness test HR 150 A  
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)**

## 2.6 Struktur Mikro Baja

Baja mempunyai berbagai sifat mekanis, misalnya kekerasan, kekuatan, dan regangan. Sifat-sifat tersebut terjadi dikarenakan karbon yang dikandung bajatidak terpadu. Hal ini tidak hanya disebabkan intensitas zat arang, tetapi juga cara mengadakan ikatan dengan besi yang dapat mempengaruhi sifat baja. Baja yang didinginkan sangat lambat menuju suhu ruangan ( keadaan baja pada waktu pengiriman dari pabrik ) dibedakandalam tiga bentuk utama Kristal (Schonmetz, 1985) :

- 1) Ferrit , Kristal besi murni ( ferrum=Fe )terletak rapat saling mendekap, tidak teratur, baik bentuk maupun besarnya. Ferrit merupakan bagian baja yang paling lunak. Ferrit murni tidak akan cocok dipergunakan sebagai bahan untuk benda kerja yang menahan beban , hal ini dikarenakan kekuatannya kecil.
- 2) Karbid besi (  $Fe_3C$  ), suatu senyawa kimia antara ( Fe) dengan zat arang (C). sebagai unsur struktur tersendiri , dia dinamakan cementit dan mengandung 6,7 % zat arang. Rumus kimia  $Fe_3C$  menyatakan bahwa senantiasa ada 3 atom besi yang menyelenggarakan ikatan dengan sebuah atom zat arang (C) menjadi molekul karbid besi. Dengan meningkatnya kandungan C, maka semakin besar pula kandungan cementit. Cementit dalam baja, merupakan unsur yang paling keras ( 270 kali dari besi murni ).
- 3) Perlit, merupakan kelompok campuran antara ferrit dan cemennit dengan kandungan zat arang seluruhnya sebesar 0,8% dalam struktur perlitis, semua Kristal ferrit dirasuki sepih sementit halus yang memperoleh penempatan saling berdampingan dalam lapisan tipis mirip lamel.