

## ANALISA KEKERASAN BAJA AISI 4130 DENGAN METODE PACK CARBURIZING MENGGUNAKAN MEDIA QUENCHING MINYAK KOTOR SAWIT (MIKO) CRUDE PALM OIL (CPO) PALM KERNEL OIL (PKO)

Ibnu Abdul Wasi<sup>1)</sup>, Romli<sup>2)</sup>, Eka Satria M<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Sriwijaya

<sup>2)</sup> Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya

\*email korespondensi: [D4mesin@polsri.ac.id](mailto:D4mesin@polsri.ac.id)

### INFORMASI ARTIKEL

Received:  
10/10/2021

Accepted:  
27/10/2021

Online-Published:  
31/10/2021

### ABSTRAK

Di PT. LBP mempunyai standar spesifikasi pada pengolahan Tandan Buah Sawit 30 ton/Jam. Saat ini pabrik memaksakan operasional pengolahan pabrik menjadi 45 Ton/Jam dengan spesifikasi pabrik 30 Ton/Jam. Karena ini menimbulkan masalah pada mesin yang ada di pabrik. Masalah ini terjadi pada sub unit FFB conveyor. FFB conveyor merupakan mesin yang bekerja untuk mentransfer Tandan Buah Sawit (TBS) dari loading ramp menuju stasiun Sterilizer sering mengalami overload pada chain yang mengakibatkan Breakdown Maintenance. Dari hal tersebut maka untuk mengatasi masalah tersebut tidak bisa dengan mengubah jenis material (AISI 4130) dikarenakan chain tersebut dibuat dengan proses machining. Salah satunya untuk meningkatkan ketangguhan (hardness/ toughness) adalah melakukan treatment tertentu yakni dengan carburizing dan quenching. Untuk itu perlu untuk dilakukan inovasi dalam treatment tersebut dengan tujuan meningkatkan kekerasan daripada yang sebelumnya. Di pabrik PT. Lambang Perkasa Terdapat limbah minyak kotor sawit, minyak kernel, dan minyak sawit. Maka dari hal tersebut penulis akan bereksperimen untuk meneliti peluang minyak-minyak tersebut untuk dijadikan media quenching. Dari hasil analisa tersebut didapatkan. Bila melihat pada nilai masing masing F pada variasi media quenching tersebut, maka jenis media quenching yang berpengaruh signifikan adalah jenis media quenching Air Garam (F = 7,28), CPO (F = 14,6), Oli (F = 22,6), Minyak Goreng (F = 9,76), dan Kernel (F = 14,79). 1). Bila melihat pada persentase peningkatan kekerasan yang terjadi, maka media quenching yang paling tinggi dalam meningkatkan kekerasan adalah media quenching Oli (94,2%), disusul dengan CPO (91,3%), Minyak Goreng (87,2%), Kernel (85,2%), Air Garam (83,2%), Minyak Kotor Sawit (58,4%). 2). Untuk media pendingin lainnya mengalami penurunan nilai kekerasan yaitu Udara (-73,9%), dan Pendinginan dalam Oven (-87,9%).

**Kata kunci:** Rockwell, FFB Conveyor, Kekerasan, Chain, AISI 4030

### ABSTRACT

PT. Lambang Bumi Perkasa has a standard specification for 30 Ton/Hour of palm oil mill. Currently the company has target its processing operations to 45 Tons/Hour with a factory specification for 30 Tons/Hour. Of course this will cause problems with the machines instrument in the factory. One of these problems is in the sub unit, it is the FFB conveyor. FFB conveyor is a sub unit that works to transfer Fresh Fruit Bunches (FFB) from the loading ramp station to the Sterilizer station, often overload on the chain which causing Breakdown Maintenance. From this, it is not possible to overcome this problem. by changing the type of material (AISI 4130) because the chain is made by a machining process. One way to increase toughness/toughness is to carry out certain treatments, named carburizing and quenching. Hence, it is necessary to innovate in the treatment with the aim of increasing the hardness than the previous one. At the factory PT. LBP There is waste of residual palm oil, kernel oil, and crude palm oil. so ,author will experiment to examine the opportunities for these oils to be used as quenching media. From the results obtained. If you look at the value of each F on the variation of the quenching media, the types of quenching media that have a significant effect are salt water quenching media (F = 7,28), CPO (F = 14,6), oil (F = 22,6 ), Cooking Oil (F = 9.76), and Kernel (F = 14.79). 1). If you look

© 2021 The Authors. Published by  
Machinery: Jurnal Teknologi Terapan

doi:

<http://doi.org/10.5281/zenodo.6383856>

*at the percentage increase in hardness that occurs, then the quenching media that has the highest hardness in increasing hardness is Oil (94.2%), followed by CPO (91.3%), Vegetable Oil (87.2%), Kernel (85.2%), Brine (83.2%), Residual Palm Oil (58.4%). 2). For other Vegetable Oil, the hardness value decreased, Air (-73.9%), and Cooling in the Oven (-87.9%).*

*Keywords : Rockwell, FFB Conveyor, Hardness, Chain, AISI 4130*

## 1 PENDAHULUAN

Pabrik Kelapa Sawit (PKS) yang ada di Lampung Tengah, merupakan PT. Lambang Bumi Perkasa (PT. LBP) telah beroperasi sejak tahun 2014 berkapasitas pengolahan 30 Ton Tandem Buah Sawit (TBS) yang mengacu pada standarisasi pabrik dari 40% dari negara Malaysia dan 60% dari negara Indonesia. Menurut asisten manajer PT.LBP, (Tarigan, 2020) Pada tahun 2019 tuntutan target produksi yang meningkat, yang menyebabkan pabrik harus mengolah TBS dengan kapasitas 45 Ton/Jam. Dengan masih mengoperasikan mesin dengan standar 30 Ton pengolahan TBS tentu akan menimbulkan masalah pada mesin pabriknya, terutama pada Fresh Bunch Fruit Conveyor (FFB Conveyor) dengan standar spesifikasi pengolahan 30 Ton/Jam.

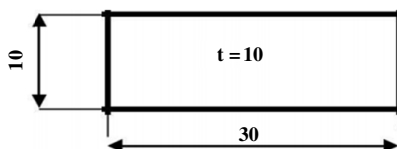
Masalah tersebut salah satunya mengakibatkan chain pada FFB conveyor sering mengalami putus (overload). Bila dilihat dari kerusakan chain tersebut komponen yang mengalami kerusakan yakni pada pin dan chain plate yang mengalami keausan (lampiran II). Dari hal tersebut maka sewajarnya chain FFB conveyor cepat mengalami keausan yang diakibatkan kinerja beban yang meningkat. Bahan Chain FFB conveyor di PT.LBP merupakan baja AISI 4130 (lampiran I). Di PT.LBP, chain FFB tersebut dibuat di workshop PT. LBP, kemudian dilakukan treatment carburizing dengan metode standar prosedur DIN 50103. Setelah baja tersebut dipanaskan dengan perlakuan carburizing kemudian dilakukan quenching dengan media pendingin oli. Hal tersebut dilakukan dengan maksud untuk meningkatkan kekerasan dari chain tersebut.

Dari hal tersebut maka untuk mengatasi masalah tersebut tidak bisa dengan mengubah jenis material (AISI 4130) dikarenakan chain tersebut dibuat dengan proses machining. Salah satunya untuk meningkatkan ketangguhan (hardness/ toughness) adalah melakukan treatment tertentu yakni dengan carburizing dan quenching. Untuk itu perlu untuk dilakukan inovasi dalam treatment tersebut dengan tujuan meningkatkan kekerasan daripada yang sebelumnya. Di pabrik PT.LBP Terdapat limbah minyak kotor sawit, minyak kernel, dan minyak sawit. Maka dari hal tersebut penulis akan bereksperimen untuk meneliti peluang minyak-minyak tersebut untuk dijadikan media quenching pada proses pack carburizing. Diharapkan dengan penelitian ini dapat menjadi solusi dalam meningkatkan kekerasan pada bahan Chain FFB conveyor daripada kekerasan permukaan yang sebelumnya, sehingga insiden overload pada chain pada FFB conveyor dapat diminimalisir. (Nurmala, N .2018.)

## 2. BAHAN DAN METODA

### 2.1 Persiapan specimen

Spesimen yang di persiap kan sebanyak 3 buah, yang terdiri dari 1 spesimen awal tanpa perlakuan, 3 spesimen dengan perlakuan karburisasi pada suhu 910c, 930c, dan 950c dengan waktu holding time 30 menit, 60 menit dan 90 menit, dengan 3 variasi media quenching, (5 x 3 x 2 x 3). Kotak terbuat dari baja karbon rendah dengan ketebalan 5 mm dengan ukuran Panjang 500mm, lebar 100mm dan tinggi 100mm, di sekat menjadi 5 bagian, benda uji tersebut di masukkan kedalam kotak karburisasi.



Gambar 2.1 Ukuran Spesimen

### 2.2 Alat Dan Bahan

Adapun alat yang akan di persiapkan sebelum melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut, kotak karburisasi, dapur pemanas, mesin pholish, mesin uji kekerasan Rockwell, jangka sorong, tang penjepit, dan ampla. Sedang kan bahan yang akan di gunakan adalah baja AISI 4130, arang kayu, minyak kotor sawit, minyak mentah, dan minyak kernel.

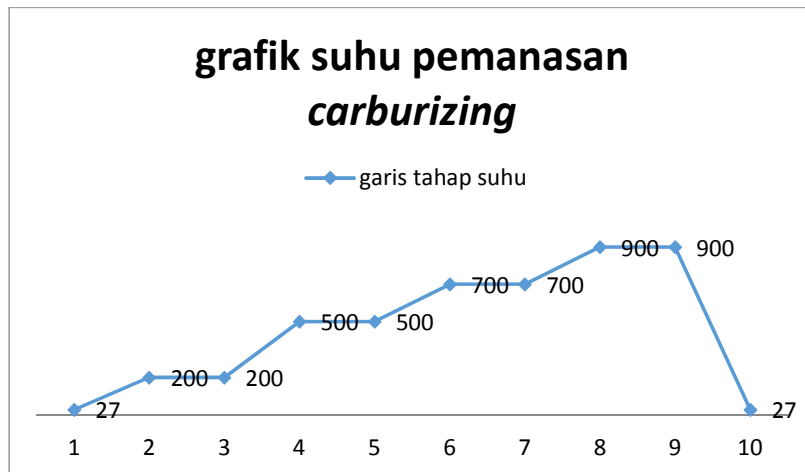
### 2.3 Proses Perlakuan Carburizing dan Quenching

(Karmin Dan Ginting, M .2012) Proses carburizing merupakan proses penambahan unsur carbon (C) kedalam logam khusus nya pada bagian permukaan bahan dimana unsur karbon ini di dapat dari bahan-bahan yang mengandung karbon sehingga kekerasan logam dapat meningkat. Untuk proses carburizing menggunakan arang kayu Bersama material dimasukkan kedalam kotak kedap udara untuk dipanas kan pada dapur pemanas ,kemudian di panas kan pada temperatu 850c-950c setelah dilakukan holding time proses dilanjutkan dengan pendinginan. untuk mencapai kekerasan yang tinggi.

### 2.4 Tahapan Carburizing

Adapun tahapan proses carburizing sebagai berikut :

- a) Spesimen yang telah dipotong sebanyak 3 buah dan masing masing dimasukkan ke dalam kotak carburizing bersama arang kayu bahan penambah karbon. Sampai berada di tengah-tengah kotak kemudian tutup rapat lagi dan masukkan kedalam tungku pemanas.
- b) Kotak karburisasi di tandai agar tidak tertukar. pada waktu pemanasan.
- c) Kemudian kotak tersebut di masukkan kedalam dapur pemanas diatur dengan pemanasan pada peak temperature masing masing 910C, 930C, 950C, lama pemanasan tiap beberapa tahap menuju peak yakni 15 menit tiap tahap, dan holding time (90 menit untuk kategori 1, 120 menit untuk ketegori 2, dan 150 menit untuk kategori 3).



Gambar 2.2 Tahapan Dalam Proses Carburizing dan Quenching

Keterangan :

- (1) Tahap mulai pemanasan (start)
- (1-2) kenaikan suhu dari 27° ke 200 °
- (2-3) penahanan sementara suhu 200 ° ( 15 menit).
- (3-4) kenaikan suhu dari 200 ° ke 500 °
- (4-5) penahanan sementara suhu 500 ° ( 15 menit).
- (5-6) kenaikan suhu dari 500 ° ke 700 °
- (6-7) penahanan sementara suhu 700 ° ( 15 menit).
- (7-8) kenaikan suhu dari 700 ° ke 900 °
- (8-9) penahanan suhu 900 ° (peak themperature)
- (9-10) quenching

### 2.5 Tahapan Proses Quenching

(Trihutomo, P. 2015.) Tahapan proses quenching dilakukan setelah dilakukannya proses carburizing. Adapun langkah-langkah dalam proses quenching merupakan lanjutan dari proses carburizing. Langkah – langkah dalam melakukan proses quenching dibawah ini :

- a) Setelah Perlakuan tersebut diatas dilakukan maka kotak dikeluarkan dari dapur pemanas ,kemudian kotak di buka dan dan specimen di keluarkan kemudian di celupkan kedalam pendingin,quenching,antara lain minyak kotor sawit (miko),minyak sawit mentah (CPO) dan minyak kernel (PKO).
- b) Setelah masing masing sampel telah dicelupkan pada masing masing media quenching maka tunggu sampai dingin. Biasanya waktu pengangkatan sampel quenching berkisar dengan waktu 5 – 10 menit. Kemudian angkat masing – masing sampel tersebut.
- c) Masing masing sampel dibersihkan. Sampel yang telah melalui proses carburizing dan quenching selanjutnya dilakukan proses pengujian specimen dengan jenis media quenching nya.

#### 2.6 Pengujian kekerasan

Adapun tahapan proses pengujian meliputi persiapan pengujian dan pengujian kekerasan. Pengujian kekerasan ini menggunakan metode pengujian Rockwell.

#### 2.7 Pengujian kekerasan

Pengujian kekerasan pada specimen sebelum dan sesudah proses Heatreatmen dengan alat uji kekerasan Rockwell.

Cara pengukuran kekerasan dengan metode HRC (Hardness Rockwell cone):

- a) Memilih pada permukaan yang rata untuk bagian yang akan di tekan dengan penetrator.
- b) Memasang landasan datar untuk benda uji.
- c) Menggerakkan tuas pada posisi 1.
- d) Memasang penetrator (kerucut Intan 120) Pada pemegang nya,kemudian memasukan pemegang pada dudukan nya kemudian kencangkan menggunakan kunci L.
- e) Memilih beban utama dengan cara memutar roda pengatur landasan,
- f) Menjepit benda uji dengan memutar rida pengatur landasan.
- g) Menggerak kan tuas ke posisi 2 dengan perlahan-lahan dengan melihat penetratornya untuk menjamin tidak terjadi benturan dengan benda uji.
- h) Menggerakkan tuas keposisi 3 perlahan-lahan sebagai beban awal, mengatur jarum penunjuk pada dial indicator pada posisi 0 untuk menghilangkan beban awal sesuai dengan metode yang di gunakan.pada mesin ini hanya tersedia Rockwell B dan Rockwell C.
- i) Menggerak kan tuas keposisi 4 secara perlahan -lahan sebagai beban utama,jarum pada indikator akan bergerak ,menunggu hingga jarum berhenti lagi (kira-kira 20 detik).
- j) Menggerakkan tuas pada posisi 3 secara perlahan-lahan membaca angka kekerasan nya pada angka yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk.
- k) Kembalikan tuas pada posisi 2 dan posisi 1 secara perlahan.
- l) Pengujian dilakukan secara 3 kali dengan cara menggeser benda uji.

#### 2.8 Sajian Data

Adapun sajian hasil data pengujian akan di tampilkan pada table berikut.

Tabel 3.2 sajian hasil data

No	Holding Time	Media Pendingin Quenching		
		Minyak kotor sawit (HRC)	Minyak kernel (HRC)	Minyak sawit mentah (HRC)
1	30 menit	A1	A2	A3
2	60 meint	B1	B2	B3
3	90 menit	C1	C2	C3

Keterangan :

- A1 = Spesimen Carburizing dengan suhu holding time 30 menit dan Quenching minyak kotor sawit.  
 A2 = Spesimen Carburizing dengan suhu holding time 60 menit dan Quenching minyak kernel.  
 A3 = Spesimen Carburizing dengan suhu holding time 90 menit dan Quenching minyak sawit mentah.  
 B1 = Spesimen Carburizing dengan suhu holding time 30 menit dan Quenching minyak kotor sawit.

- B2 = Spesimen Carburizing dengan suhu holding time 60 menit dan Quenching minyak kernel.
- B3 = Spesimen Carburizing dengan suhu holding time 90 menit dan Quenching minyak sawit mentah.
- C1 = Spesimen Carburizing dengan suhu holding time 30 menit dan Quenching minyak kotor sawit .
- C2 = Spesimen Carburizing dengan suhu holding time 60 menit dan Quenching minyak kernel.
- C3 = Spesimen Carburizing dengan suhu holding time 90 menit dan Quenching minyak sawit mentah.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian pada bab 3 ini akan menyajikan hasil pengujian kekerasan rockwell yang dilakukan di laboratorium politeknik negeri sriwijaya dan hasil perhitungan metode annova yang memiliki tujuan untuk mengetahui apakah ada pengaruh variasi media quenching terhadap kekerasan baja AISI 4130 baik dalam kondisi tanpa perlakuan maupun dalam kondisi yang telah carburizing dengan variasi quenching.

#### 3.1 Hasil Uji Kekerasan Rockwell

Berikut ini hasil pengujian kekerasan rockwell terhadap specimen chain FFB conveyor dengan perlakuan carburizing dengan variasi media quenching. Data hasil pengujian disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.1 Data hasil kekerasan Rockwell

Spesimen	Holding Time	Indentor	P (kg)	HRB	HRB Rata-Rata						
Tanpa Perlakuan	30	Bola Baja $\frac{1}{16}$	100 kg	95,2	96,5						
	60			97,2							
	90			97,1							
Minyak Kotor Sawit	30			Bola Baja $\frac{1}{16}$	100 kg	100,9	104,967				
	60					106,3					
	90					107,7					
Kernel	30					Bola Baja $\frac{1}{16}$	100 kg	86,8	88,0333		
	60							88,8			
	90							88,5			
CPO	30							Bola Baja $\frac{1}{16}$	100 kg	110	111,167
	60									109,5	
	90									114	

#### 3.2 Hasil Pengujian Metode Annova

Untuk mengetahui apakah variasi media quenching mempunyai pengaruh terhadap uji kekerasan hasil perlakuan carburizing dan variasi media quenching pada chain FFB conveyor yang berbahan AISI 4130 Maka dilakukan perhitungan Annova dengan nilai signifikan  $\alpha = 5\%$ . Hasil pengujian metode annova menentukan bahwa hipotesis dalam penelitian ini dapat diterima atau tidak (Furqon, 2016). Berikut ini keterangan hipotesis dalam penelitian analisa pengaruh media quenching terhadap kekerasan chain FFB conveyor dengan berbahan baja AISI 4130 yang ada di PT.Lambang Bumi Perkasa.

Keterangan Hipotesis pengujian:

Ha : Terdapat perbedaan pengaruh media pendingin pada hasil penelitian yang dilakukan terhadap sampel setelah dilakukan nya pengujian uji kekerasan terhadap sampel chain FFB conveyor yang berbahan AISI 4130.

Ho: Tidak terdapat perbedaan pengaruh media pendingin pada hasil penelitian yang dilakukan terhadap sampel setelah dilakukannya pengujian,kekerasan terhadap sampel chain FFB conveyor yang berbahan AISI 4130.

Berikut ini tabel data pengamatan annova sebagai berikut.

Tabel 3.2 Data Analisis Annova

Source of Variation	SS (Jumlah kuadrat)	Df (Derajat bebas)	MS (Rata-rata kuadrat)	F (Fhitung)	P-value	F crit (F table)
Media quenching	28,45166667	2	14,22583333	5,568446232	0,042919785	5,14325285
Holding Time	909,7966667	3	303,2655556	118,7078395	9,88817E-06	4,757062663
Error	15,32833333	6	2,554722222			
Total	953,5766667	11				

a. Karena  $f_{hitung} = 5,568447 > f_{0,05(2;6)} = 5,1433$ . Maka  $H_0$  ditolak. Jadi, rata-rata media pendingin mempengaruhi nilai setiap titik kekerasan.

b. Karena  $f_{hitung} = 118,70785 > f_{0,05(3;6)} = 4,7571$ . Maka  $H_0$  ditolak. Jadi rata-rata nilai holding time berpengaruh terhadap media pendingin tersebut.

### 3.3 Pembahasan

Dalam pembahasan ini berisi analisis tentang hasil pengujian kekerasan rockwell dan analisis hasil perhitungan kekerasan rockwell dengan metode annova.

#### 3.3.1 Analisis Hasil Pengujian Kekerasan Rockwell

Dari tabel 3.1 maka dapat dilihat bahwa jenis media quenching yang berhasil dalam meningkatkan kekerasan chain FFB conveyor yang berbahan AISI 4130 ialah minyak kotor sawit, dan CPO. Hal tersebut dapat dibuktikan dari nilai rata-rata hasil kekerasan Rockwell masuk dalam kategori keras, yakni  $HRB > 100$  (ASM handbook vol.1, 2005). Dari tabel tersebut juga terdapat media quenching yang menurunkan nilai kekerasan yakni minyak kernel. Berikut ini grafik peningkatan kekerasan rockwell hasil variasi media quenching berdasarkan hitungan annova disajikan dibawah ini. Maka, perhitungan nilai kekerasan dijabarkan dibawah ini

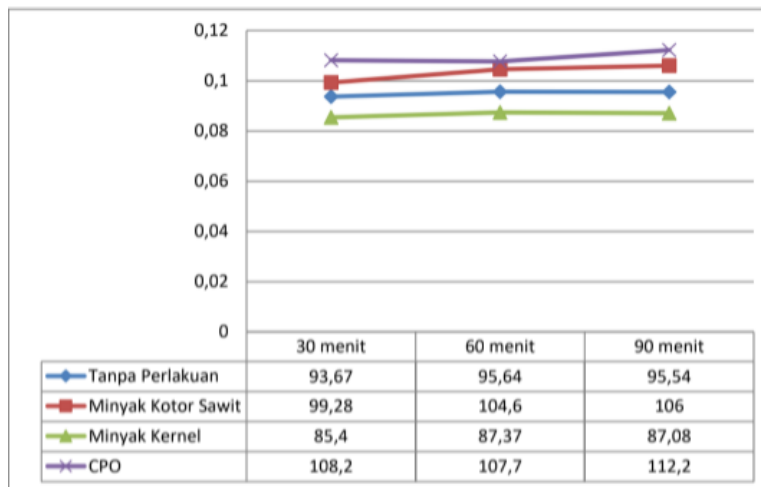
$$\begin{aligned} \text{Minyak Kotor Sawit} &= \overline{HRB} \times \frac{\text{Total SS} - \text{Error}}{\text{Total SS}} \\ &= 100,9 \times \frac{953,5766667 - 15,32833333}{953,5766667} \\ &= 99,2780760484 \text{ HRB} \approx 99,28 \text{ HRB} \end{aligned}$$

Maka, perhitungan peningkatan nilai kekerasan disajikan melalui table 3.3 dibawah ini.

Tabel 3.3 Nilai Kekerasan Rockwell Berdasarkan Hitungan Annova

No	Media Quenching	Kekerasan Bahan (HRB)		
		30 Menit	60 Menit	90 Menit
1	Tanpa Perlakuan	93,67	95,64	95,54
2	Minyak Kotor Sawit	99,28	104,6	106
3	Minyak Kernel	85,4	87,37	87,08
4	CPO	108,2	107,7	112,2

Berdasarkan hitungan annova, maka grafik nilai kekerasan jenis media quenching disajikan berdasarkan pada nilai kekerasan tabel 3.3 Berikut grafik nilai kekerasan rockwell disajikan pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.1 Grafik Pengujian Kekerasan Rockwell (HRB)

Bila dilihat pada grafik tersebut, maka lama waktu penahanan (holding time) mempengaruhi kekerasan chain FFB conveyor. Hal tersebut bisa dilihat pada gambar 4.1 yang merupakan grafik nilai kekerasan rockwell (HRB), pada setiap jenis media quenching mengalami peningkatan nilai kekerasan seiring dengan lamanya waktu penahanan (holding time) tersebut yakni 30 menit, 60 menit, dan 90 menit.

(Prabowo, A .2019.) Bila dilihat dari jenis media quenching pada grafik tersebut, maka jenis media quenching yang kekerasan paling tinggi adalah CPO, kemudian disusul dengan minyak kotor sawit, tanpa perlakuan, dan minyak kernel.

Bila dilihat pada grafik tersebut maka, perlakuan media quenching yang berhasil meningkatkan kekerasannya menjadi keras yaitu media quenching CPO dan minyak kotor sawit. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai kekerasan tersebut > 100 HRB.

Sedangkan media quenching minyak kernel tidak berhasil dalam meningkatkan kekerasan menjadi keras, bahkan hasil nilai kekerasan minyak kernel tersebut < tanpa perlakuan.

### 3.3.2 Analisa Hasil Perhitungan Annova

Pada dasarnya metode Annova digunakan untuk melakukan pengujian perbandingan rata-rata beberapa sampel pembanding, biasanya terdiri lebih dari satu sampel. Penggunaan anova kelompok yang berasal dari sampel yang berbeda antar sampel. Misalkan jika ingin melihat pengaruh variasi pengaruh media quenching terhadap kekerasan permukaan. Jika faktor variasi media quenching tersebut yang menjadi perhatian dan pengaruh lamanya holding time tersebut untuk selanjutnya diuji kekerasannya adalah dua faktor maka metode annova yang di gunakan adalah dua arah. disebut annova dua arah (Two Way Annova), karena pusat perhatian ada dua, dalam hal ini holding time dan media quenching.

Berdasarkan hasil perhitungan annova dengan nilai taraf signifikan 5% , hasil nilai F dibandingkan dengan nilai F pada tabel distribusi  $\alpha = 0.05$ . tujuan dari perbandingan nilai ini adalah untuk mengetahui apakah jenis variasi tersebut layak atau tidak berpengaruh terhadap perubahan nilai kekerasan permukaan. Kemudian dari perbandingan tersebut menyesuaikan dengan hipotesa yang telah disusun pada penelitian ini. Dengan hipotesis 1 adalah bahwa variasi media quenching atau lamanya waktu penahanan (holding time) yang diuji mempengaruhi nilai kekerasan chain FFB conveyor yang berbahan baja AISI 4130 pada proses carburizing. Terdapat hipotesis alternatif yakni hipotesis 0 yang berbunyi variasi media quenching atau lamanya waktu penahanan (holding time) tersebut tidak mempengaruhi nilai kekerasan chain FFB conveyor yang berbahan baja AISI 4130 pada proses carburizing.

Bila melihat pada nilai F pada variasi media quenching tersebut, maka pengujian jenis media quenching tersebut memberikan berpengaruh yang signifikan dengan perbandingan nilai Fhitung > Ftabel , dengan nilai  $5,568447 > f_{0,05(2;6)} = 5,1433$ .

Bila melihat pada nilai F pada variasi media quenching tersebut, maka pengaruh dari lamanya penahanan suhu (holding time) tersebut memberikan dampak yang signifikan dengan perbandingan nilai Fhitung > Ftabel , dengan nilai  $118,70785 > f_{0,05(3;6)} = 4,7571$ .

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan Analisa data yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain :

1. Bila dilihat dari jenis media quenching pada grafik tersebut, maka jenis media quenching yang kekerasannya paling tinggi adalah CPO, kemudian disusul dengan minyak kotor sawit, tanpa perlakuan, dan minyak kernel
2. Bila dilihat pada grafik tersebut maka, perlakuan media quenching yang berhasil meningkatkan kekerasannya menjadi keras yaitu media quenching CPO dan minyak kotor sawit. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai kekerasan tersebut  $> 100$  HRB. Sedangkan media quenching minyak kernel tidak berhasil dalam meningkatkan kekerasan menjadi keras, bahkan hasil nilai kekerasan minyak kernel tersebut  $<$  tanpa perlakuan.
3. Bila dilihat pada grafik tersebut, maka lama waktu penahanan (holding time) mempengaruhi kekerasan chain FFB conveyor. Pada setiap jenis media quenching mengalami peningkatan nilai kekerasan seiring dengan lamanya waktu penahanan (holding time) tersebut yakni 30 menit, 60 menit, dan 90 menit.
4. Bila melihat nilai F pada variasi media quenching tersebut, maka pengujian jenis media quenching tersebut memberikan berpengaruh yang signifikan dengan perbandingan nilai Fhitung  $>$  Ftabel, dengan nilai  $5,568447 > f_{0,05}(2;6) = 5,1433$ .
5. Bila melihat pada nilai F pada variasi media quenching tersebut, maka pengaruh dari lamanya penahanan suhu (holding time) tersebut memberikan dampak yang signifikan dengan perbandingan nilai Fhitung  $>$  Ftabel, dengan nilai  $118,70785 > f_{0,05}(3;6) = 4,7571$ .

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R. Dkk. 2014. Pengaruh Perbedaan Media Pendingin Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Pegas Daun Dalam Proses Hardening: Jurnal Poros Teknik 6.2: 96 -102.
- Asm Hand book .2005. Properties And Selection: Iron, Steels, And High Performance alloys: Asm International Handbook Committee: Vol 1.
- Avner, Sidney H .1994. Introduction T Physical Metallurgy, Singapore: Mcgraw-Hill Book Co.
- Callister, J .2000. Fundamentals of Materials Science and Engineering. Interactive e Text, John Wiley & Sons, Fifth Edition.
- Dieter, G, E. 1986. Metalurgi Mekanik. Translated by Djaprie, S. 1993, Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Karmin Dan Ginting, M .2012. Analisis Peningkatan Kekerasan Baja Amutit Menggunakan Media Pendingin Dromus. Jurnal Austenite. Vol. 4. No.1.
- Nurmala, N .2018. Mengenal Potensi Limbah Kelapa Sawit Indonesia : Kumparan.
- Rifki, L. 2017. Analisis Pengaruh Media Pendingin Dan Temperatur Pada Proses Pengerasan Baja Aisi 1035 Terhadap Sifat Kekerasan Dan Struktur Mikro Untuk Aplikasi Hammer Crusher. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Trihutomo, P. 2015. Analisa kekerasan pada pisau berbahan baja karbon menengah hasil proses Hardening dengan media pendingin yang berbeda. Jurnal Teknik Mesin. 231: 28-34