

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Uji Penggunaan pelet Karbon Pada Peleburan Baja Paduan

4.1.1. Hasil Uji Komposisi Kimia

Berikut data hasil uji komposisi kimia dari material *Low Alloy Steel*.

Tabel 4.1. Hasil uji komposisi kimia *Hell Low Alloy Steel*

No	Unsur	Burn I (%)	Burn II (%)	Mean (%)
1	Fe	98,39	98,38	98,39
2	C	0,190	0,178	0,184
3	Si	0,417	0,417	0,417
4	Mn	0,742	0,751	0,747
5	P	0,370	0,420	0,395
6	S	0,111	0,084	0,097
7	Cr	0,772	0,774	0,773
8	Mo	0,410	0,405	0,408
9	Ni	0,564	0,573	0,569
10	Al	<0,020	<0,020	<0,020
11	Cu	0,083	0,082	0,082
12	Ti	<0,050	<0,050	<0,050
13	V	<0,100	<0,100	<0,100
14	W	0,015	0,207	0,179
15	B	0,020	0,011	0,015

Target kandungan karbon pada logam *Low Alloy Steel* dengan menganut pesanan di PT Baja kurnia ialah 0,25%, yang kemudian akan digunakan sebagai

Tabel 4.2. Hasil uji komposisi kimia material *Low Alloy Steel*
Setelah penambahan pelet karbon mesh 50.

No	Unsur	Burn I (%)	Burn II (%)	Burn III (%)	Mean (%)
1	Fe	98,17	98,15	98,17	98,16
2	C	0,218	0,218	0,214	0,217
3	Si	0,485	0,463	0,471	0,473
4	Mn	0,806	0,819	0,805	0,810
5	P	0,138	0,262	0,280	0,227
6	S	0,145	0,074	0,066	0,095
7	Cr	0,158	0,148	0,147	0,151
8	Mo	0,411	0,640	0,597	0,549
9	Ni	0,465	0,508	0,464	0,479
10	Al	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
11	Cu	0,151	0,145	0,135	0,144
12	Ti	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
13	V	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
14	W	< 0,015	0,191	0,148	0,163
15	B	0,023	0,020	0,020	0,021

Tabel 4.3. Hasil uji komposisi kimia material *Low Alloy Steel*
Setelah penambahan pelet karbon mesh 70.

No	Unsur	Burn I (%)	Burn II (%)	Mean (%)
1	Fe	98,03	98,12	98,08
2	C	0,240	0,236	0,238
3	Si	0,508	0,444	0,476
4	Mn	0,935	0,917	0,926
5	P	0,239	0,255	0,247
6	S	0,097	0,060	0,078
7	Cr	0,126	0,122	0,124
8	Mo	0,432	0,471	0,452
9	Ni	0,364	0,374	0,369
10	Al	< 0,02	< 0,02	< 0,02
11	Cu	0,118	0,081	0,099
12	Ti	< 0,05	< 0,05	< 0,05
13	V	< 0,10	< 0,10	< 0,10
14	W	0,198	< 0,015	0,174
15	B	0,022	0,022	0,022

Tabel 4.4. Hasil uji komposisi kimia material *Low Alloy Steel* Setelah penambahan pelet karbon mesh 100.

No	Unsur	Burn I (%)	Burn II (%)	Mean (%)
1	Fe	98,25	98,32	98,29
2	C	0,228	0,227	0,228
3	Si	0,509	0,480	0,495
4	Mn	0,790	0,786	0,788
5	P	0,147	0,212	0,180
6	S	0,104	< 0,05	0,077
7	Cr	0,598	0,544	0,571
8	Mo	0,581	0,278	0,430
9	Ni	0,404	0,399	0,402
10	Al	< 0,02	< 0,02	< 0,02
11	Cu	0,040	< 0,04	0,040
12	Ti	< 0,05	< 0,05	< 0,05
13	V	< 0,10	< 0,10	< 0,10
14	W	< 0,015	< 0,015	< 0,150
15	B	0,018	0,017	0,017

4.1.2. Pembahasan Uji Serapan Pelet Karbon

A. Mesh 50

➤ Menentukan pelet karbon yang dimasukkan

Hasil coran = 460 kg

Target kadar karbon dalam hasil coran = 0,25 %

Hell = 60 kg

Skrap = 460 - 60 = 400 kg

Kandungan C dalam coran = $\frac{0,25}{100} \times 460 \text{ kg}$

$$\text{b. Kandungan C pada skrap} = \frac{0,05}{100} \times 400 \text{ kg}$$

$$= 0,2 \text{ kg}$$

$$\text{c. Kandungan C pada hell} = \frac{0,23}{100} \times 40 \text{ kg}$$

$$= 0,138 \text{ kg}$$

- Dengan asumsi penyerapan karbon sebesar 100 %, maka pelet yang dimasukkan
- $$= 1,15 - (0,2 + 0,138)$$
- $$= 0,812 \text{ kg}$$

Jadi pelet karbon yang dimasukkan dalam pengecoran adalah 0,812 kg, tetapi karena hasil kadar karbon dari pengecoran dengan pelet karbon mesh 50 masih belum memenuhi target yang diinginkan yaitu sebesar 0,24 %, maka dilakukan penambahan kembali pelet karbon hingga 1,2 kg. Dengan demikian kadar karbon telah memenuhi target yang diinginkan sesuai dengan pesanan di PT. Baja Kurnia.

Tabel 4.5. Pembahasan uji serapan pelet karbon pada mesh 50

No	Komponen	Berat (kg)	% C	Berat C	Total berat C yang masuk Dapur Induksi (kg)	Total berat C hasil pengecoran
1	Hell	60	0,23	0,138	1,538	
2	Skrap	400	0,05	0,2		
3	Pelet Karbon			1,2		
4	Hasil Coran	460	0,22			1,012
Presentase Serapan C					65,79 %	

Komposisi saat pengecoran material *Low Alloy Steel* adalah sebagai

berikut :

a) Total cairan = 460 kg

b) Skrap / material yang dimasukkan = 400 kg

c) Sisa cairan / hell = 60 kg

d) Pelet karbon yang dimasukkan = 1,2 kg

e) C (karbon) pada hell = 0,23 %

f) C (karbon) pada skrap = 0,05 %

g) Hasil karbon pada pengecoran = 0,22 %

➤ Kandungan C (karbon) pada skrap = $\frac{0,05}{100} \times 400 \text{ kg}$

= 0,2 kg

➤ Kandungan C (karbon) pada hell = $\frac{0,23}{100} \times 60 \text{ kg}$

= 0,138 kg.

➤ Total kandungan C (karbon) yang masih dalam pengecoran

= Pelet karbon yang dimasukkan + Kandungan C (karbon) pada
skrap + Kandungan C (karbon) pada hell.

= 1,2 kg + 0,2 kg + 0,138 kg

= 1,538 kg

➤ Kandungan C (karbon) yang dicor dalam coran (*Low Alloy Steel*)

➤ Presentase serapan C (karbon)

$$= \frac{1,012}{1,538}$$

$$= 0,6579$$

$$= 65,79 \%$$

B. Mesh 70

➤ Menentukan pelet karbon yang dimasukkan

Hasil coran = 470 kg

Target kadar karbon dalam hasil coran = 0,25 %

Hell = 50 kg

Skrap = 470 – 50 = 420 kg

a. Kandungan C dalam coran = $\frac{0,25}{100} \times 470$ kg

$$= 1,17$$
 kg

b. Kandungan C pada skrap = $\frac{0,05}{100} \times 420$ kg

$$= 0,21$$
 kg

c. Kandungan C pada hell = $\frac{0,18}{100} \times 50$ kg

$$= 0,09$$
 kg

➤ Dengan asumsi penyerapan karbon sebesar 100 %, maka pelet yang

dimasukkan = 1,17 – (0,21+0,09)

$$= 0,87$$
 kg

Jadi pelet karbon yang dimasukkan dalam pengecoran adalah 0,87

70 masih belum memenuhi target yang diinginkan yaitu sebesar 0,24 %, maka dilakukan penambahan kembali pelet karbon hingga 1,3 kg. Dengan demikian kadar karbon telah memenuhi target yang diinginkan sesuai dengan pesanan di PT. Baja Kurnia.

Tabel 4.5. Pembahasan uji serapan pelet karbon pada mesh 70

No	Komponen	Berat (kg)	% C	Berat C	Total berat C yang masuk Dapur Induksi (kg)	Total berat C hasil pengecoran	
1	Hell	50	0,18	0,115	1,625		
2	Skrap	420	0,05	0,21			
3	Pelet Karbon	-	-	1,3			
4	Hasil Coran	470	0,23	-		1,081	
Presentase Serapan C						66,52 %	

Komposisi saat pengecoran material *Low Alloy Steel* adalah sebagai berikut :

- a) Total cairan = 470 kg
- b) Skrap / material yang dimasukkan = 420 kg
- c) Sisa cairan / hell = 50 kg
- d) Pelet karbon yang dimasukkan = 1,3 kg
- e) C (karbon) pada hell = 0,18 %
- f) C (karbon) pada skrap = 0,05 %
- g) Hasil karbon pada pengecoran = 0,23 %

- Kandungan C (karbon) pada hell $= \frac{0,23}{100} \times 50 \text{ kg}$
 $= 0,115 \text{ kg}.$
- Total kandungan C (karbon) yang masih dalam pengecoran
 $= \text{Pelet karbon yang dimasukkan} + \text{Kandungan C (karbon) pada skrap}$
 $\text{Kandungan C (karbon) pada hell}.$
 $= 1,3 \text{ kg} + 0,21 \text{ kg} + 0,115 \text{ kg}$
 $= 1,625 \text{ kg}$
- Kandungan C (karbon) yang diserap dalam coran (*Low Alloy Steel*)
 $= \frac{0,23}{100} \times 470 \text{ kg}$
 $= 1,081 \text{ kg}$
- Presentase serapan C (karbon)
 $= \frac{1,081}{1,625}$
 $= 0,6652$
 $= 66,52 \%$

C. Mesh 100

- Menentukan pelet karbon yang dimasukkan
- Hasil coran $= 480 \text{ kg}$
- Target kadar karbon dalam hasil coran $= 0,25 \%$
- Hell $= 50 \text{ kg}$
- Skrap $= 480 - 50$ $= 430 \text{ kg}$

Tabel 4.5. Pembahasan uji serapan pelet karbon pada mesh 100

No	Komponen	Berat (kg)	% C	Berat C	Total berat C yang masuk Dapur Induksi (kg)	Total berat C hasil pengecoran
1	Hell	50	0,19	0,095	1,61	
2	Skrap	430	0,05	0,215		
3	Pelet Karbon	-	-	1,3		
4	Hasil Coran	480	0,23	-		1.104
Presentase Serapan C		68,57 %				

Komposisi saat pengecoran material *Low Alloy Steel* adalah sebagai berikut :

- a) Total cairan = 480 kg
- b) Skrap / material yang dimasukkan = 430 kg
- c) Sisa cairan / hell = 50 kg
- d) Pelet karbon yang dimasukkan = 1,3 kg
- e) C (karbon) pada hell = 0,19 %
- f) C (karbon) pada skrap = 0,05 %
- g) Hasil karbon pada pengecoran = 0,23 %

$$\text{➤ Kandungan C (karbon) pada skrap} = \frac{0,05}{100} \times 430 \text{ kg}$$

$$= 0,215 \text{ kg.}$$

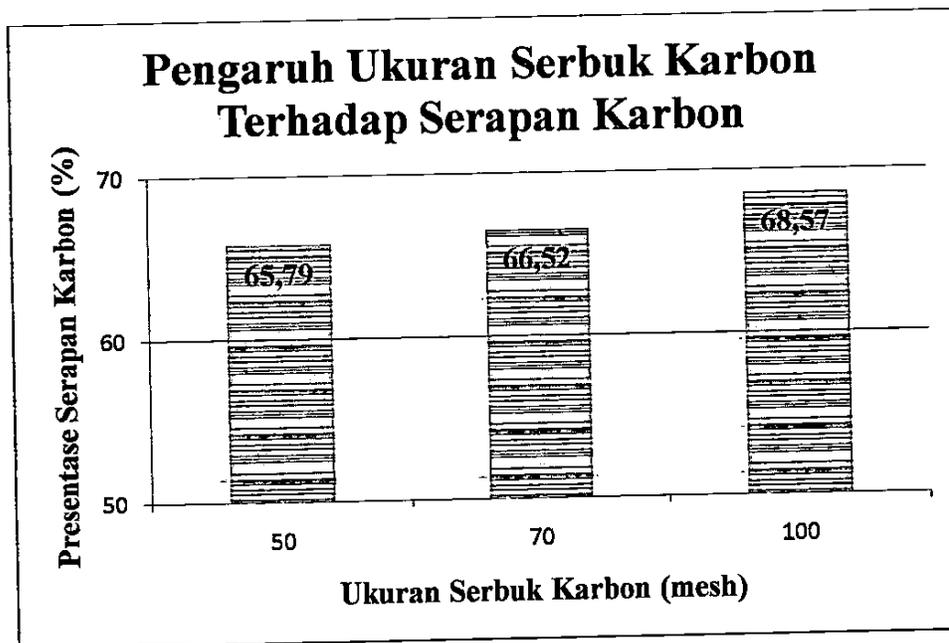
$$\text{➤ Kandungan C (karbon) pada hell} = 0,19 \times 50 \text{ kg}$$

- Total kandungan C (karbon) yang masih dalam pengecoran
 = Pelet karbon yang dimasukkan + Kandungan C (karbon) pada skrap +
 Kandungan C (karbon) pada hell.
 = 1,3 kg + 0,215 kg + 0,095 kg
 = 1,61 kg
- Kandungan C (karbon) yang diserap dalam coran (*Low Alloy Steel*)
 = $\frac{0,23}{100} \times 480 \text{ kg}$
 = 1.104 kg
- Presentase serapan C (karbon)
 = $\frac{1,104}{1,61}$
 = 0,6857
 = 68,57 %

No	Ukuran Mesh	Serapan Karbon
1	Mesh 50	65,79 %
2	Mesh 70	66,52 %
3	Mesh 100	68,57 %

Tabel 4.8. Hasil Presentase Serapan Karbon dari Tiap Butir Arang pada
 Pengecoran *Low Alloy Steel*

Dari Tabel 4.8. selanjutnya dibuat grafik pengaruh ukuran serbuk arang (mesh) terhadap presentase serapan karbon pada pengecoran logam *Low Alloy Steel*.



Gambar 4.1. Grafik pengaruh ukuran serbuk karbon terhadap presentase serapan karbon

Dari gambar 4.1. dapat disimpulkan bahwa ukuran mesh butir karbon dari pelet limbah kayu jati berpengaruh terhadap serapan karbon pada pengecoran logam *Low Alloy Steel*. Semakin besar ukuran nomor mesh maka semakin besar presentase serapan karbon-nya. Hal ini dikarenakan semakin besar ukuran nomor mesh, maka ukuran serbuk karbon semakin kecil, serta luas permukaan serbuk karbon semakin besar sehingga mengakibatkan nilai permukaan karbon yang terserap pada pengecoran logam akan semakin besar.

4.2. Biaya Pembuatan Pelet karbon

4.2.1. Perincian biaya jika menggunakan peralatan instansi lain

Adapun perhitungan biaya jika menggunakan peralatan dari instansi lain adalah sebagai berikut :

A. Bahan Baku

a) Limbah mebel kayu Jati 25 kg = Rp 10.000,-

b) Tepung Pati 0,5 kg = Rp 5.000,-

Jumlah biaya = Rp 15.000,-

B. Pengarangan

a) Pengarangan 5x charge bahan = Rp 400.000,-

b) Penggilingan = Rp 50.000,-

Jumlah biaya = Rp 450.000,-

C. Biaya listrik pembuatan 10 kg pelet karbon

Pembuatan pelet menggunakan mesin pencetak pelet yang berdaya sebesar 736 watt, proses pencetakan pelet dilakukan selama 2 jam/hari, selama 2 hari asumsi harga listrik Rp. 2.000 /KWH, dan biaya tenaga kerja diabaikan. Jadi total biaya pencetakan pelet yaitu :

- Biaya listrik pencetakan pelet/ hari = Daya alat x waktu
= 0,736 KW x 2 Jam
= 1,472 KWH X Rp. 2.000,-

Jumlah biaya akhir dari pembuatan pelet karbon dengan peralatan milik instansi lain yaitu sebagai berikut:

a) Bahan Baku	= Rp 15.000,-
b) Pengarangan	= Rp 450.000,-
c) Biaya Pembuatan Pelet	= <u>Rp 5.888,-</u> +
Jumlah	= Rp 470.888,-

Jadi jumlah biaya untuk pembuatan pelet karbon dengan menggunakan peralatan milik instansi lain adalah sebesar **Rp 470.888,-**. Dan pelet karbon yang di hasilkan sebanyak 12 kg pelet.

$$\begin{aligned} \text{Jadi harga pelet karbon per kg} &= \frac{\text{Rp } 470.888,-}{12} \\ &= \text{Rp } 39.240,- \end{aligned}$$

4.2.2. Perincian biaya jika menggunakan peralatan milik pribadi

Adapun perhitungan biaya jika menggunakan peralatan pribadi meliputi investasi pengadakan alat yang berupa *Retort* pengarangan dengan harga kurang lebih Rp 4.000.000,- dan investasi alat pencetak pelet dengan harga kurang lebih Rp 1.500.000,- sedangkan untuk perincian biaya membuat pelet adalah sebagai

B. Pengarangan

a) Limbah mebel kayu Jati 25 Kg

b) Pembuatan pelet menggunakan mesin pencetak pelet yang berdaya sebesar 6000 watt, 1x pengarangan dilakukan selama 5 jam dengan kapasitas berat limbah mebel kayu Jati yang diarangkan adalah 5 kg, asumsi harga listrik Rp 2.000/KWH, dan asumsi biaya tenaga kerja diabaikan. Jadi biaya 1 x pengarangan bahan yaitu :

- Biaya untuk 1x pengarangan bahan = Daya alat x waktu
 = 6 KW x 5 Jam
 = 30KWHx Rp2.000,-
 = Rp60.000,-
- Biaya listrik 5x pengarangan bahan = 5 x Rp 60.000,-
 = Rp 300.000,-

C. Biaya pembuatan pelet arang

Pembuatan pelet menggunakan mesin pencetak pelet yang berdaya sebesar 736 watt, proses pencetakan pelet dilakukan selama 2 jam/hari, selama 2 hari asumsi harga listrik Rp. 2.000 /KWH, dan biaya tenaga kerja diabaikan. Jadi total biaya pencetakan pelet yaitu :

- a) Biaya listrik pencetakan pelet/ hari = Daya alat x waktu
 = 0,736 KW x 2 Jam
 = 1,472 KWH X Rp. 2.000,-

Jumlah biaya akhir dari pembuatan pelet karbon dengan peralatan milik instansi lain yaitu sebagai berikut:

a) Bahan Baku	= Rp 15.000,-
b) Pengarangan	= Rp 300.000,-
c) Biaya Pembuatan Pelet	= <u>Rp 5.888,-</u> +
Jumlah	= Rp 320.888,-

Jadi jumlah biaya untuk pembuatan pelet karbon dengan menggunakan peralatan milik pribadi adalah sebesar **Rp 320.888,-**. Dan pelet karbon yang di hasilkan sebanyak 12 kg pelet.

$$\begin{aligned} \text{Jadi harga pelet karbon per kg} &= \frac{\text{Rp } 320.888,-}{12} \\ &= \text{Rp } 26.740,- \end{aligned}$$

4.2.3. Perincian biaya jika proses pengarangan dilakukan secara konvensional dan menggunakan peralatan milik pribadi

Adapun perhitungan biaya pada saat menggunakan peralatan pribadi dengan proses konvensional meliputi investasi pengadaan alat yang berupa drum bekas sebagai dapur pengarangan dengan harga kurang lebih Rp 90.000,- dan investasi alat pencetak pelet dengan harga kurang lebih Rp 1.500.000,-, sedangkan untuk perincian biaya pembuat pelet adalah sebagai berikut :

A. Bahan Baku

a) Limbah mebel kayu Jati 25 kg	= Rp	10.000,-
b) Tepung Pati 0,5 kg	= Rp	5.000,-
Jumlah biaya	= Rp	15.000,-

B. Pengarangan

- Limbah mebel kayu Jati 25 Kg
- Alat pengarangan dibuat dari drum bekas dengan bahan bakar kayu. Proses pengarangan dilakukan selama 3 jam.

Biaya pembuatan arang yaitu :

- Kayu limbah mebel = Rp 10.000,-

C. Biaya pembuatan pelet arang

Pembuatan pelet menggunakan mesin pencetak pelet yang berdaya sebesar 736 watt, proses pencetakan pelet dilakukan selama 2 jam/hari, selama 2 hari asumsi harga listrik Rp. 2.000 /KWH, dan biaya tenaga kerja diabaikan. Jadi total biaya pencetakan pelet yaitu :

- Biaya listrik pencetakan pelet/ hari = Daya alat x waktu

$$= 0,736 \text{ KW} \times 2 \text{ Jam}$$

$$= 1,472 \text{ KWH} \times \text{Rp. } 2.000,-$$
- Total biaya listrik pencetakan pele = Rp. 5.888,-

D. Biaya operasional

Jumlah biaya akhir dari pembuatan pelet karbon dengan peralatan milik instansi lain yaitu sebagai berikut:

a) Bahan Baku	= Rp 15.000,-
b) Pengarangan	= Rp 10.000,-
c) Biaya Pembuatan Pelet	= Rp 5.888,- +
d) Biaya operasional	= <u>Rp 60.000,-</u> +
Jumlah	= Rp 90.888,-

Jadi jumlah biaya untuk pembuatan pelet karbon adalah sebesar **Rp 90.888,-**. Dan pelet karbon yang di hasilkan sebanyak 12 kg pelet.

$$\begin{aligned} \text{Jadi harga pelet karbon per kg} &= \frac{\text{Rp } 90.888,-}{12} \\ &= \text{Rp } 7.574,- \end{aligned}$$

Dari hasil analisis diatas untuk mendapatkan 1 kg pelet karbon dengan menggunakan jasa instansi lain adalah **Rp 39.240,-** sedangkan jika menggunakan peralatan pribadi dibutuhkan biaya sekitar **Rp 26.740,-** Angka ini menunjukkan bahwa dari segi ekonomis pelet karbon dari limbah mebel kayu Jati ini lebih mahal bila dibandingkan dengan karbon impor dikarenakan proses pembuatan pelet karbon menggunakan *Retort* yang berdaya listrik tinggi dan dengan skala Laboratoriun sehingga biaya listrik untuk pembuatanya pun sangat mahal, namun terdapat alternatif lain yaitu penggunaan pelet karbon yang proses pengaranganya dilakukan dengan cara konvensional sehingga biaya pembuatan bisa lebih ditekan karena biaya untuk penggunaan *retort* diganti dengan cara pembakaran arang