

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 *raw material*

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 hasil pengecoran ialah 0,25%. Benda yang dibuat pada proses pengecoran PT Baja kurnia digunakan sebagai kait penarik pada kapal, rantai conveyer, plate, dan ring gear dll.

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	98,35	98,35	98,37	98,36
2	C	0,250	0,239	0,236	0,242
3	Si	0,455	0,463	0,447	0,455
4	Mn	0,722	0,726	0,728	0,725
5	P	0,299	0,206	0,253	0,253
6	S	0,056	0,053	0,084	0,064
7	Cr	0,547	0,529	0,520	0,532
8	Mo	0,405	0,457	0,443	0,435
9	Ni	0,463	0,490	0,488	0,480
10	Al	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
11	Cu	0,080	0,063	0,060	0,067
12	Ti	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
13	V	< 0,10	< 0,10	< 0,010	< 0,010
14	W	0,169	0,207	0,195	0,190
15	B	0,015	0,018	0,018	0,017

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	98,15	98,19	98,17
2	C	0,263	0,257	0,260
3	Si	0,564	0,565	0,565
4	Mn	0,786	0,773	0,780
5	P	0,010	< 0,010	0,010
6	S	< 0,050	< 0,050	< 0,050
7	Cr	0,763	0,746	0,755
8	Mo	0,551	0,503	0,527
9	Ni	0,382	0,372	0,377
10	Al	< 0,020	< 0,020	< 0,020
11	Cu	0,054	0,053	0,053
12	Ti	< 0,05	< 0,05	< 0,05
13	V	< 0,10	< 0,10	< 0,10
14	W	0,306	< 0,015	0,228
15	B	0,014	0,016	0,015

Tabel 4.4. Hasil uji komposisi kimia material *low alloy steel*
Setelah penambahan pelet karbon mesh 100.

No	Unsur	Burn I (%)	Burn II (%)	Burn III (%)	Mean (%)
1	Fe	98,39	98,45	98,46	98,43
2	C	0,247	0,243	0,244	0,245
3	Si	0,436	0,424	0,416	0,425
4	Mn	0,564	0,559	0,561	0,561
5	P	0,175	0,224	0,141	0,180
6	S	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
7	Cr	0,113	0,110	0,109	0,111
8	Mo	0,561	0,407	0,405	0,458
9	Ni	0,749	0,661	0,653	0,688
10	Al	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
11	Cu	0,288	0,273	0,278	0,280
12	Ti	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
13	V	< 0,10	< 0,10	< 0,010	< 0,010
14	W	0,495	0,367	0,384	0,415
15	B	0,017	0,011	0,013	0,013

4.1.2. Pembahasan Uji Serapan Pelet Karbon

A. Mesh 50

- Menentukan pelet karbon yang dimasukkan

Hasil coran = 465 kg

Target kadar karbon dalam hasil coran = 0,25 %

Hell = 40 kg, dengan kadar karbon = 0,22%

Skrap = 465 - 40 = 425 kg

1 Kandungan C dalam coran = $\frac{0,25}{100} \times 465 \text{ kg}$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Kandungan C pada skrap} &= \frac{0,05}{100} \times 425 \text{ kg} \\
 &= 0,21 \text{ kg} \\
 3. \text{ Kandungan C pada hell} &= \frac{0,22}{100} \times 40 \text{ kg} \\
 &= 0,088 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Dengan asumsi penyerapan C sebesar 100%, maka pelet karbon yang harus dimasukkan $= 1,16 - (0,21 + 0,088)$
 $= 0,862 \text{ kg}$

Jadi pelet karbon yang dimasukkan pada pengecoran adalah 0,862 kg, tetapi karena hasil karbon pada pengecoran dengan pelet karbon mesh 50 masih belum memenuhi target yang diinginkan, maka ditambah pelet karbon hingga hasil karbon memenuhi target yang diinginkan. Pelet karbon yang dimasukkan hingga 1,3 kg dalam hal ini penambahan yang dilakukan terhadap target semula sebesar 50,8%. Setelah 1,3 kg pelet karbon ditambahkan maka kadar karbon dalam coran 0,24% dan sudah memenuhi target sesuai pesanan atau order.

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	40	0,22	0,088	1,6	
2	Skrap	425	0,05	0,212		
3	Pelet Karbon	-	-	1,3		
4	Hasil Coran	465	0,24			1,116
Presentase Serapan C					69,75%	

Komposisi saat pengecoran material *low alloy steel* adalah sebagai berikut :

1. Total cairan = 465 kg
 2. Skrap / material yang dimasukkan = 425 kg
 3. Sisa cairan / hell = 40 kg
 4. Pelet karbon yang dimasukkan = 1,3 kg
 5. C (karbon) pada hell = 0,22 %
 6. C (karbon) pada skrap = 0,05 %
 7. Hasil karbon pada pengecoran = 0,24 %
- Kandungan C (karbon) pada skrap = $\frac{0,05}{100} \times 425 \text{ kg}$
= 0,212 kg.
- Kandungan C (karbon) pada hell = $\frac{0,22}{100} \times 40 \text{ kg}$
= 0,088 kg.
- Total kandungan C (karbon) yang masuk dalam pengecoran
= Pelet karbon yang dimasukkan + Kandungan C (karbon) pada skrap +
Kandungan C (karbon) pada hell.
= 1,3 kg + 0,212 kg + 0,088 kg
= 1,6 kg
- Kandungan C (karbon) yang di serap dalam coran (*Low Alloy Steel*)

➤ % serapan C (karbon)

$$= \frac{1,116}{1,6}$$

$$= 0,6975$$

$$= 69,75 \%$$

B. Mesh 70

➤ Menentukan pelet karbon yang dimasukkan

Hasil coran = 450 kg

Target kadar karbon dalam hasil coran = 0,25 %

Hell = 30 kg, dengan kadar karbon = 0,18 %

Skrap = 450 – 30 = 420 kg

1. Kandungan C dalam coran = $\frac{0,25}{100} \times 450$ kg

= 1,13 kg

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

= 0,21 kg

3. Kandungan C pada hell = $\frac{0,18}{100} \times 30$ kg

= 0,054 kg

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

dimasukkan = 1,13 – (0,21+0,054)

= 0,866 kg

Jadi pelet karbon yang dimasukkan pada pengecoran adalah 0,866 kg, tetapi karena hasil karbon pada pengecoran dengan pelet karbon mesh 70 masih belum memenuhi target yang diinginkan, maka ditambah pelet karbon lagi hingga hasil karbon memenuhi target yang diinginkan. Pelet karbon yang dimasukkan hingga 1,3 kg dalam hal ini penambahan yang dilakukan terhadap target semula sebesar 50,1%. Setelah 1,3 kg pelet karbon ditambahkan maka kadar karbon dalam coran 0,26% dan sudah melebihi target sesuai pesanan atau order.

Tabel 4.6. 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	30	0,18	0,054	1,564	
2	Skrap	420	0,05	0,21		
3	Pelet Karbon	-	-	1,3		
4	Hasil Coran	450	0,26			1,17
Presentase Serapan C		74,81%				

Komposisi saat pengecoran material *low alloy steel* adalah sebagai berikut :

1. Total cairan = 450 kg
2. Skrap / material yang dimasukan = 420 kg
3. Sisa cairan / hell = 30 kg
4. Pelet karbon yang dimasukan = 1,3 kg
5. C (karbon) pada hell = 0,18 %
6. C (karbon) pada skrap = 0,05 %
7. Hasil karbon pada pengecoran = 0,26 %

- Kandungan C (karbon) pada skrap $= \frac{0,05}{100} \times 420 \text{ kg}$
 $= 0,21 \text{ kg}$
- Kandungan C (karbon) pada hell $= \frac{0,18}{100} \times 30 \text{ kg}$
 $= 0,054 \text{ kg}$
- Total kandungan C (karbon) yang masuk dalam pengecoran
 $= \text{Pelet karbon yang dimasukkan} + \text{Kandungan C (karbon) pada skrap} +$
 $\text{Kandungan C (karbon) pada hell.}$
 $= 1,3 \text{ kg} + 0,21 \text{ kg} + 0,054 \text{ kg}$
 $= 1,564 \text{ kg}$
- Kandungan C (karbon) yang di serap dalam coran (*Low Allow Steel*)

C. Mesh 100

➤ Menentukan pelet karbon yang dimasukkan

$$\text{Hasil coran} = 475 \text{ kg}$$

$$\text{Target kadar karbon dalam hasil coran} = 0,25 \%$$

$$\text{Hell} = 40 \text{ kg, dengan kadar karbon} = 0,20 \%$$

$$\text{Skrap} = 475 - 40 = 435 \text{ kg}$$

$$1. \text{ Kandungan C dalam coran} = \frac{0,25}{100} \times 475 \text{ kg}$$

$$= 1,19 \text{ kg}$$

$$2. \text{ Kandungan C pada skrap} = \frac{0,05}{100} \times 435 \text{ kg}$$

$$= 0,22 \text{ kg}$$

$$3. \text{ Kandungan C pada hell} = \frac{0,20}{100} \times 40 \text{ kg}$$

$$= 0,08 \text{ kg}$$

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

$$\text{dimasukkan} = 1,19 - (0,22 + 0,08)$$

$$= 0,89 \text{ kg}$$

Jadi pelet karbon yang dimasukkan pada pengecoran adalah 0,89 kg, tetapi karena hasil karbon pada pengecoran dengan pelet karbon mesh 100 masih belum memenuhi target yang diinginkan, maka ditambah pelet karbon lagi hingga hasil karbon memenuhi target yang diinginkan. Pelet karbon yang dimasukkan hingga 1,2

kg dalam hal ini penambahan yang dilakukan terhadap target semula sebesar 34,8%

Setelah 1,2 kg pelet karbon ditambahkan maka kadar karbon dalam coran 0,24% dan sudah memenuhi target sesuai pesanan atau order.

Tabel 4.7. 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	40	0,20	0,08	1,497	
2	Skrap	435	0,05	0,217		
3	Pelet Karbon	-	-	1,2		
4	Hasil Coran	475	0,24			1,14
Presentase Serapan C					76,15%	

Komposisi saat pengecoran material *low alloy steel* adalah sebagai berikut :

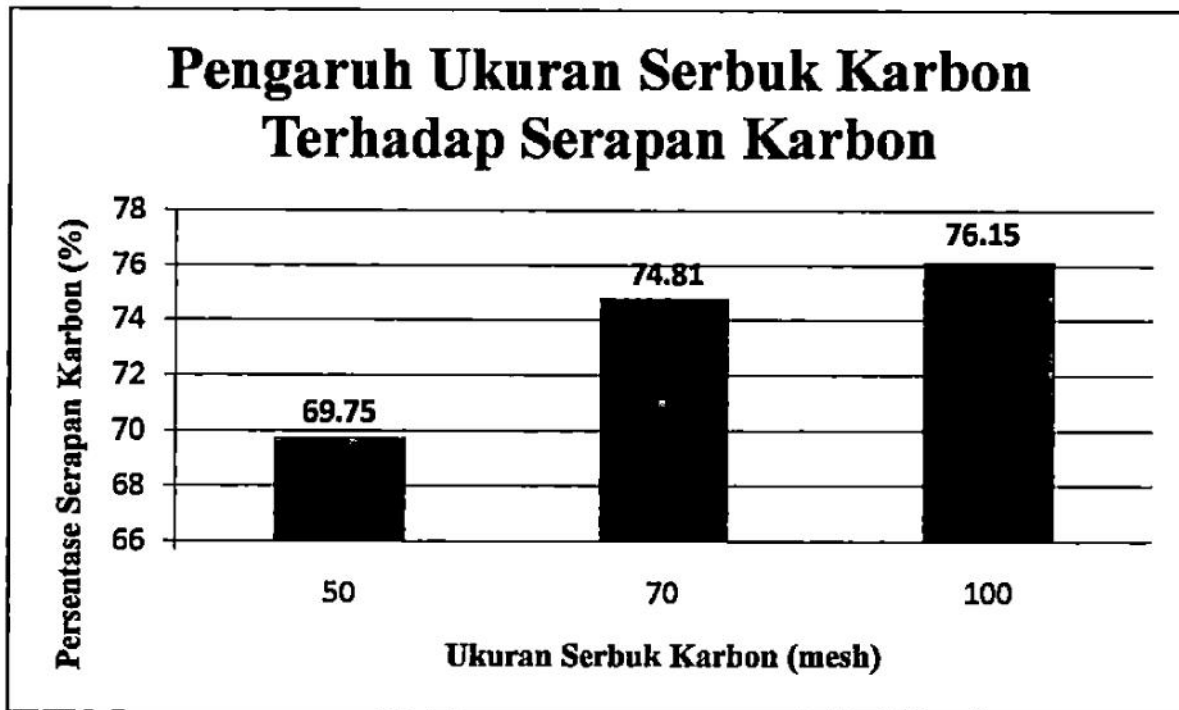
1. Total cairan = 475 kg
 2. Skrap / material yang dimasukkan = 435 kg
 3. Sisa cairan / hell = 40 kg
 4. Pelet karbon yang dimasukkan = 1,2 kg
 5. C (karbon) pada hell = 0,2 %
 6. C (karbon) pada skrap = 0,05 %
 7. Hasil karbon pada pengecoran = 0,24 %
- Kandungan C (karbon) pada skrap = $\frac{0,05}{100} \times 435 \text{ kg}$
= 0,217 kg.
- Kandungan C (karbon) pada hell = $\frac{0,2}{100} \times 40 \text{ kg}$
= 0,08 kg

- Total kandungan C (karbon) yang masuk dalam pengecoran
- $$= \text{Pelet karbon yang dimasukkan} + \text{Kandungan C (karbon) pada skrap} + \text{Kandungan C (karbon) pada hell.}$$
- $$= 1,2 \text{ kg} + 0,217 \text{ kg} + 0,08 \text{ kg}$$
- $$= 1,497 \text{ kg}$$
- Kandungan C (karbon) yang di serap dalam coran (*Low Alloy Steel*)
- $$= \frac{0,24}{100} \times 475 \text{ kg}$$
- $$= 1,14 \text{ kg}$$
- % serapan C (karbon)
- $$= \frac{1,14}{1,497}$$
- $$= 0,7615$$
- $$= 76,15 \%$$

Tabel 4.8. Hasil serapan karbon setiap ukuran mesh

NO	Ukuran Mesh	Serapan karbon
1	Mesh 50	69,75%
2	Mesh 70	74,81%
3	Mesh 100	76,15%

Dari tabel 4.8, selanjutnya dibuat grafik pengaruh ukuran serbuk arang (*mesh*) terhadap persentase serapan karbon pada pengecoran logam



Gambar 4.1. Grafik Pengaruh Ukuran Serbuk Karbon Terhadap Serapan Karbon.

Dari gambar 4.1. di atas Pelet karbon yang dibuat dari bahan limbah kayu mahoni pada proses peleburan *Low Alloy Steel* dapat diambil kesimpulan bahwa ukuran mesh berpengaruh terhadap persentase serapan karbon. Semakin besar nomor mesh maka semakin besar persentase serapan karbonnya. Hal ini dikarenakan semakin besar nomor mesh maka ukuran serbuk karbon semakin kecil serta luas permukaan serbuk karbon semakin besar sehingga mengakibatkan luas permukaan bidang kontak terhadap coran menjadikan butiran tersebut mudah terserap ke dalam coran logam. serbuk yang dimasukkan pada peleburan *low alloy steel* berbentuk pelet karbon yang mengandung natrium dan air

4.2. Biaya Pembuatan Pelet Karbon

4.2.1. Perincian biaya jika menggunakan peralatan dari instansi lain

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

A. Bahan Baku

1. Limbah kayu mahoni 30 kg	= Rp 15.000,-
2. Tepung pati 0,5 kg	= <u>Rp 5.000,- +</u>
Jumlah biaya	= Rp 20.000,-

B. Jasa Pengarangan

1. Jasa Pengarangan 6x charge bahan	= Rp 480.000,-
2. Penggilingan	= <u>Rp 50.000,- +</u>
Jumlah biaya	= Rp 530.000,-

C. Biaya pembuatan pelet arang

Diketahui mesin pencetak pelet mempunyai daya sebesar 736 watt, proses pencetakan pelet dilakukan selama 2jam/hari, selama 2hari asumsi harga listrik Rp 2000/KWH, dan biaya tenaga kerja diabaikan. Jadi total biaya percetakan pelet yaitu:

Biaya listrik pencetakan pelet = Daya alat x Waktu x Tarif listrik /KWH x 2 hari

$$= 0,736 \text{ KW} \times 2 \text{ jam} \times \text{Rp } 2000 \text{ - /KWH} \times 2 \text{ hari}$$

Jumlah biaya akhir dari pembuatan pelet karbon sebanyak 30 kg yaitu sebagai berikut:

a. Bahan baku	= Rp 20.000,-
b. Jasa pengarangan	= Rp 530.000,-
c. Biaya pembuatan pelet	= <u>Rp 5.888,-</u> +
Jumlah biaya	= Rp 535.888,-

Jadi jumlah biaya untuk pembuatan pelet karbon adalah sebesar Rp 535.888,- dan pelet karbon yang dihasilkan sebanyak 14 kg pelet.

$$\begin{aligned} \text{Jadi harga pelet karbon /kg} &= \frac{\text{Rp } 535.888,-}{14} \\ &= \text{Rp } 38.278,- \end{aligned}$$

4.2.2. Perincian biaya jika menggunakan peralatan pribadi

Adapun perhitungan biaya jika menggunakan peralatan pribadi meliputi investasi pengadakan alat dapur pengarangan dengan menggunakan *Retort* dengan harga sekitar Rp 4.000.000,-, dan investasi pengadaan alat pencetak pelet dengan harga sekitar Rp 1.500.000,-. Sedangkan perincian biaya pembuatan pelet karbon adalah sebagai berikut:

A. Bahan baku

1. Limbah kayu mahoni 30 kg	= Rp 15.000,-
2. Tepung pati 0,5 kg	= <u>Rp 5.000,-</u> +
Jumlah biaya	= Rp 20.000,-

B. Pengarangan

1. Limbah kayu mahoni 30 kg

2. Diketahui alat pengarangan (*retort*) mempunyai daya sebesar 6000 watt, 1x pengarangan dilakukan selama 5 jam dengan kapasitas berat batang aren yang diarangkan adalah 5 kg, asumsi harga listrik Rp. 2000/KWH, dan asumsi biaya tenaga kerja diabaikan. Jadi biaya 1 x pengarangan bahan yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Biaya listrik 1x pembuatan arang} &= \text{Daya alat} \times \text{Waktu} \times \text{Tarif listrik /KWH} \\ &= 6 \text{ KW} \times 5 \text{ jam} \times \text{Rp } 2000 \text{ /KWH} \\ &= \text{Rp } 60.000,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya listrik 6x pembuatan arang} &= 6 \times \text{Rp } 60.000,- \\ &= \text{Rp } 360.000,- \end{aligned}$$

C. Biaya pembuatan pelet arang

Diketahui mesin pencetak pelet mempunyai daya sebesar 736 watt, proses pencetakan pelet dilakukan selama 2jam/hari, selama 2hari asumsi harga listrik Rp 2000/KWH, dan biaya tenaga kerja diabaikan. Jadi total biaya percetakan pelet yaitu :

$$\text{Biaya listrik nencetakan nelet} = \text{Dava alat} \times \text{Waktu} \times \text{Tarif listrik /KWH} \times 2 \text{ hari}$$

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

a. Bahan baku	= Rp 20.000,-
b. Pengarangan	= Rp 360.000,-
c. Biaya pembuatan pelet arang	= <u>Rp 5.888,-</u> +
Jumlah biaya	= Rp 385.888,-

Jadi jumlah biaya untuk pembuatan pelet karbon adalah sebesar Rp 385.888,- dan pelet karbon yang dihasilkan sebanyak 14 kg pelet.

$$\begin{aligned} \text{Jadi harga pelet karbon /kg} &= \frac{\text{Rp } 385.888,-}{14} \\ &= \text{Rp } 27.563,- \end{aligned}$$

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

Adapun perhitungan biaya jika menggunakan peralatan milik pribadi yang dilakukan secara konvensional meliputi investasi pengadaan alat sebagai dapur pengarangan dengan menggunakan drum bekas seharga Rp 90.000,-, dan investasi pengadaan alat pencetak pelet dengan harga sekitar Rp 1.500.000,-. Sedangkan perincian biaya pembuatan pelet karbon adalah sebagai berikut:

A. Bahan baku

- | | |
|-----------------------------|-----------------------|
| 1. Limbah kayu mahoni 30 kg | = Rp 15.000,- |
| 2. Tepung pati 0,5 kg | = <u>Rp 5.000,-</u> + |
| Jumlah biaya | = Rp 20.000,- |

B. Pengarangan

1. Limbah kayu mahoni 30 kg
2. Alat pengarangan di buat dari drum bekas dengan bahan bakar kayu.

Proses pengarangan dilakukan selama 3 jam.

Biaya pembuatan arang yaitu:

- | | |
|----------------------|---------------|
| a. Kayu limbah mebel | = Rp 20.000,- |
|----------------------|---------------|

C. Biaya pembuatan pelet arang

Diketahui mesin pencetak pelet mempunyai daya sebesar 736 watt, proses pencetakan pelet dilakukan selama 2jam/hari, selama 2hari asumsi harga listrik Rp 2000/KWH, dan biaya tenaga kerja diabaikan. Jadi total biaya percetakan pelet yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya listrik pencetakan pelet} &= \text{Daya alat} \times \text{Waktu} \times \text{Tarif listrik /KWH} \times 2 \text{ hari} \\
 &= 0,736 \text{ KW} \times 2 \text{ jam} \times \text{Rp } 2000,- /\text{KWH} \times 2 \text{ hari} \\
 &= \text{Rp } 5888,-
 \end{aligned}$$

D. Biaya operasional pembuatan pelet

$$\text{Biaya jasa pembuatan pelet untuk 2 tenaga kerja} = \text{Rp } 60.000,-$$

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

a. Bahan baku	= Rp 20.000,-
b. Pengarangan	= Rp 20.000,-
c. Biaya pembuatan pelet arang	= Rp 5.888,-
d. Biaya operasional	= <u>Rp 60.000,-</u> ±
Jumlah biaya	= Rp 105.888,-

Jadi jumlah biaya untuk pembuatan pelet karbon adalah sebesar Rp 105.888,- dan pelet karbon yang dihasilkan sebanyak 14 kg pelet.

$$\begin{aligned} \text{Jadi harga pelet karbon /kg} &= \frac{\text{Rp } 105.888,-}{14} \\ &= \text{Rp } 7.563,- \end{aligned}$$

Dari analisis diatas untuk mendapatkan 1 kg pelet karbon dengan menggunakan jasa instansi lain adalah **Rp. 38.278,-**, jika menggunakan peralatan pribadi dibutuhkan biaya sekitar **Rp. 27.563,-**. Angka ini menunjukkan bahwa dari segi ekonomis pelet karbon dari limbah kayu mahoni ini lebih mahal bila dibandingkan dengan karbon impor dikarenakan proses pembuatan pelet karbon menggunakan *Retort* yang berdaya listrik tinggi dan dengan skala Laboratorium sehingga biaya listrik untuk pembuatannya pun sangat mahal, namun terdapat alternatif lain yaitu penggunaan pelet karbon yang proses pengarangannya dilakukan dengan cara konvensional biaya yang dibutuhkan kurang lebih **Rp 7.563,-** , karena biaya

untuk penggunaan *retort* diganti dengan cara pembakaran arang dengan bara api