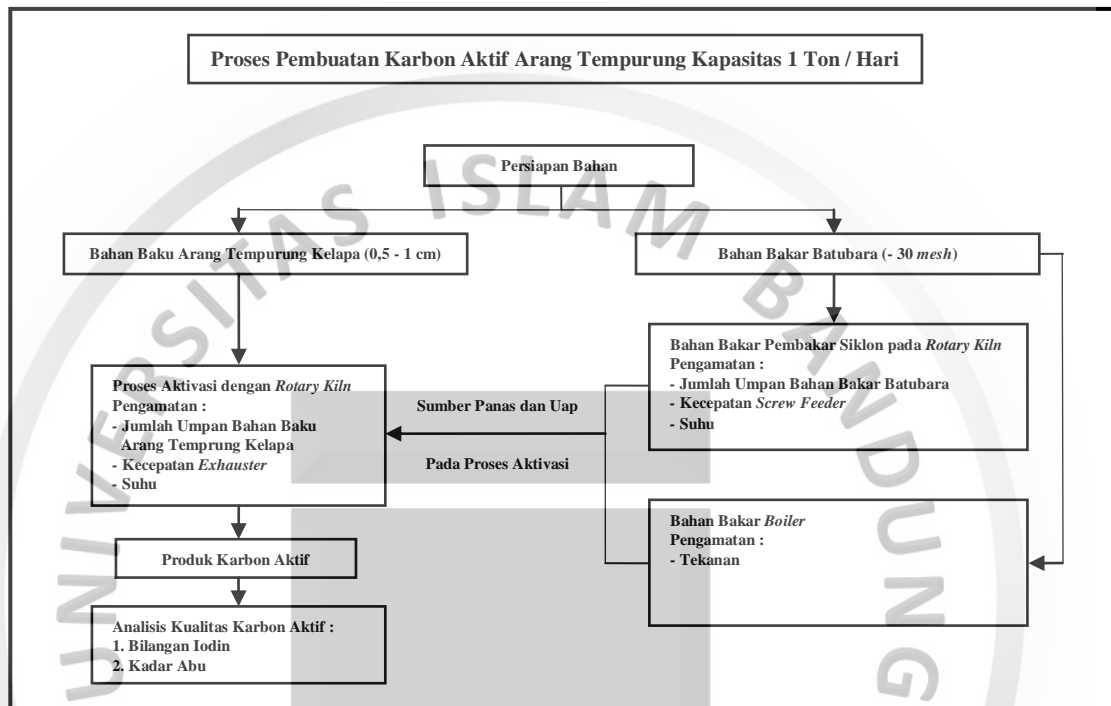


## BAB IV

### PROSEDUR DAN HASIL PENELITIAN



Sumber : Pengamatan Tugas Akhir 2019

**Gambar 4.1**  
**Proses Pembuatan Karbon Aktif Arang Tempurung Kelapa Kapasitas 1 Ton / Hari**

Sesuai diagram alir percobaan (**Gambar 4.1**), prosedur penelitian meliputi kegiatan sebagai berikut :

#### 4.1 Persiapan Bahan Baku dan Bahan Bakar

##### 4.1.1 Persiapan Bahan Baku

Pada tahap persiapan bahan baku yang digunakan untuk proses aktivasi adalah tempurung kelapa yang sudah menjadi arang yang diperoleh dari proses karbonisasi. Proses karbonisasi tidak dilakukan di Palimanan, artinya sampel bahan baku yang akan diaktivasi sudah dalam bentuk arang. Namun ukuran arang tersebut masih dalam bentuk pecahan arang berukuran 5-10 cm, sehingga perlu dilakukan pengecilan (*sizing*) dan pengayakan (*screening*) untuk memperoleh

ukuran butir arang  $\pm 0,5$  cm. *Sizing* menggunakan *jaw crusher*, selanjutnya diayak dengan menggunakan *vibrating screen*.



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir 2019

**Gambar 4.2**  
**Jaw Crusher**



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir 2019

**Gambar 4.3**  
**Vibrating Screen**



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir 2019

**Gambar 4.4**  
**Transportasi Arang Tempurung Kelapa**

Menurut Esmar Budi (2011) penggunaan arang tempurung kelapa telah lama dilakukan dan telah menjadi bahan kajian lanjut untuk penelitian. Dari komposisi kimia tempurung kelapa itu sendiri yang terdiri dari karbon 74,3%, oksigen 21,9%, silikon 0,2%, kalium 1,4%, sulfur 0,5%, dan fosfor 1,7% menjadikannya berpeluang sebagai sumber karbon aktif.

Untuk memahami sifat dan karakteristik tempurung kelapa yang sesuai sebagai bahan baku maka perlu dipahami mengenai sifat fisik dan kimianya seperti bahan *moisture*, kerapatan, struktur, morfologi, dan termal. Perubahan tempurung kelapa menjadi arang dilakukan melalui proses pirolisis. Pada proses pirolisis unsur - unsur bukan karbon seperti hidrogen (H) dan oksigen (O) akan hilang hingga menyisakan sebanyak mungkin karbon (C). Karena itu proses ini juga disebut karbonisasi. Perubahan komposisi dan sifat termal tempurung kelapa menjadi arang ditunjukkan pada **Tabel 4.1**.

**Tabel 4.1**  
**Parameter Tempurung Kelapa dan Arang Tempurung Kelapa**

Bahan	Komponen	Kandungan (%)	Sifat Termal (kJ/kg)
Tempurung Kelapa	<i>Moisture</i>	10,46	18,388
	<i>Volatile Matter</i>	67,67	
	Karbon	18,29	
	Abu	3,58	
Arang Tempurung Kelapa	<i>Volatile Matter</i>	10,60	30,750
	Karbon	76,32	
	Abu	13,08	

Sumber : Tinjauan Proses Pembentukan dan Penggunaan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar

Arang menghasilkan karbon sisa yang banyak dan peningkatan kandungan abu namun peningkatan kandungan abu tetap tidak sebanyak peningkatan kandungan karbonnya. Perubahan lain yang mencolok adalah penghilangan kandungan bahan *moisture*. Arang tempurung kelapa memiliki kandungan karbon yang lebih banyak sehingga berpotensi baik untuk dijadikan bahan baku.

#### 4.1.2 Persiapan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan pada proses pembuatan karbon aktif adalah batubara halus yang dihembuskan dengan bantuan udara dari *blower* ke tungku pembakar *siklon*. Batubara halus yang digunakan berukuran - 30 *mesh* dengan karakteristik seperti pada **Tabel 4.2**.

**Tabel 4.2**  
**Parameter Batubara Tekmira**

Parameter	% (adb)
Kadar Air	16-18 %
Kadar Abu	3-5 %
Kadar Zat Terbang	37-38 %
Nilai Kalor	5600-5800 kkal/kg

Sumber : Parameter TekMIRA



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir 2019

**Gambar 4.5**  
**Bahan Bakar Batubara Halus**

Berdasarkan klasifikasi batubara menurut ASTM 1981 (Tabel 4.2) batubara yang digunakan untuk bahan bakar pada proses aktivasi arang tempurung kelapa termasuk jenis batubara lignit tipe A yang memiliki kisaran nilai kalor 4830-6360 kkal/kg.

**Tabel 4.3**  
**Karakteristik Batubara**

Class	Group		Fixed Carbon	Volatile matter	Heating values
	Name	Symbol	Dry (%)	Dry (%)	Drybasis (kkal/kg)
Anthracite	meta-anthracite	Ma	>98	>2	7740
	Anthracite	An	92-98	2.0-8.0	8000
	semianthracite	Sa	86-92	8.0-15	8300
Bituminous	low-volatile	Lvb	78-86	14-22	8741
	medium volatile	mvb	89-78	22-31	8640
	high-volatile A	hvAb	<69	>31	8160
	high-volatile B	hvBb	57	57	6750-8160
	high-volatile C	hvCb	54	54	7410-8375 6765-7410
Subbituminous	subbituminous A	subA	55	55	6880-7540
	subbituminous B	subB	56	56	6540-7230
	subbituminous C	subC	53	53	5990-6860
Lignite	lignite A	ligA	52	52	4830-6360
	lignite B	ligB	52	52	<5250

Sumber : ASTM (1981)



## 4.2 Proses Aktivasi

### 4.2.1 Operasional *Rotary Kiln*

Proses aktivasi diawali dengan pemanasan alat *rotary kiln* yang merupakan alat utama proses aktivasi. Pemanasan *rotary kiln* menggunakan bahan bakar batubara pada pembakar *siklon* yang ditempatkan pada bagian depan *rotary kiln*, berdekatan dengan *hopper* (pengumpanan). Bahan baku pembakar *siklon* pada *rotary kiln* berbentuk horizontal (**Foto 4.5**) dengan dimensi panjang  $\pm 200$  cm dan diameter dalam  $\pm 70$  cm. Dengan dimensi ini, pembakar *siklon* memiliki kapasitas 60 kg/jam.



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir 2019

Gambar 4.6  
*Rotary Kiln*

Operasi pembakaran *siklon* dimulai dengan pemanasan awal menggunakan kayu bakar. Setelah tercapai suhu  $\pm 200^{\circ}\text{C}$  (terjadi bara api), selanjutnya batubara halus berukuran - 30 *mesh* dimasukkan ke dalam pembakar *siklon*. Pengaturan udara dari *blower* bertujuan untuk meningkatkan suhu didalam pembakar *siklon* sehingga mencapai suhu  $\pm 900^{\circ}\text{C}$  -  $1000^{\circ}\text{C}$ . Selanjutnya panas dari pembakar *siklon* akan memanaskan *rotary kiln*, sehingga mencapai suhu  $800^{\circ}\text{C}$  -  $900^{\circ}\text{C}$ .



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir 2019

**Gambar 4.7**  
**Pengamatan Proses Pembakar Siklon Rotary Kiln**

#### 4.2.2 Operasional Boiler

Pada saat bersamaan dengan operasional *rotary kiln*, pembakar *siklon* pada *boiler* juga dioperasikan. Seperti halnya pembakar *siklon* pada *rotary kiln* pemanasan awal pembakar *siklon boiler* menggunakan kayu bakar. Terdapat perbedaan bentuk pembakar *siklon* pada *boiler* yaitu secara vertikal (**Foto 4.7**). Pembakar *siklon boiler* memiliki kapasitas umpan 40 kg/jam. Sedangkan kapasitas *boiler* yang digunakan yaitu 300 kg/jam. Suhu di dalam pembakar *siklon* mencapai + 900°C, panas yang dihasilkan digunakan untuk mendidihkan air di dalam *boiler*.



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir 2019

**Gambar 4.8**  
**Boiler Vertikal**

### 4.3 Analisis Bilangan Iodin

Analisis bilangan iodin sebagai salah satu indikator untuk mengetahui kualitas karbon aktif yang dihasilkan. Dengan melihat kemampuan per gram karbon aktif dalam menyerap per milligram iodin (zat anorganik). Prosedur analisis bilangan iodin mengacu pada standar AWWA B604-74 (*America Water Work Association Standard*).

#### 4.3.1 Peralatan dan Bahan

Peralatan yang digunakan untuk analisis bilangan iodin adalah :

1. Erlenmeyer
2. Kertas saring
3. Pompa vakum
4. Gelas ukur
5. Gelas piala
6. Pipet

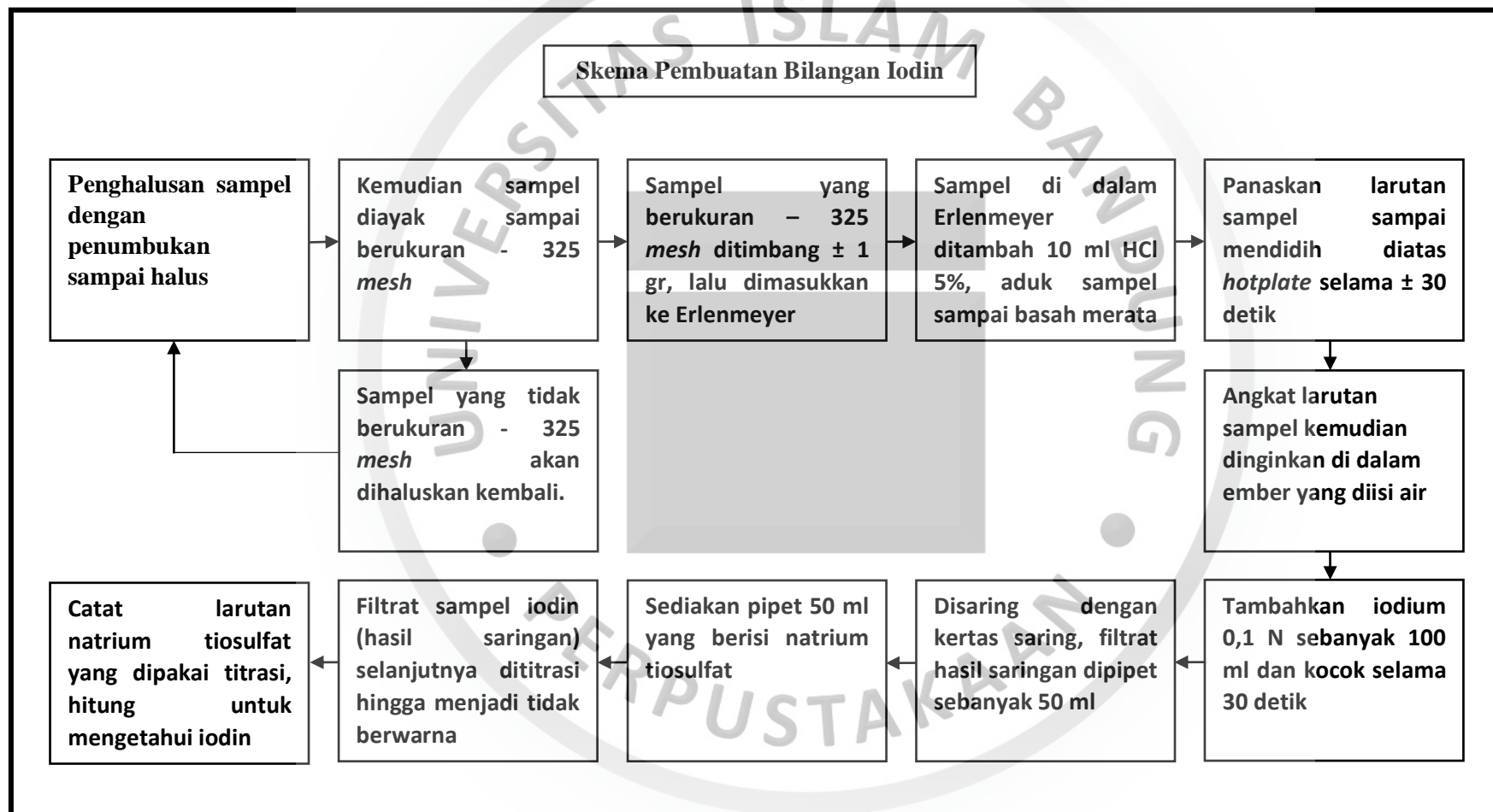


7. Buret
8. Botol semprot
9. Pemanas (*hot plate*)
10. Pengaduk
11. Oven pengering

Bahan yang digunakan untuk analisis bilangan iodin adalah :

1. Tempurung kelapa berukuran - 325 *mesh* yang telah diaktivasi
2. Larutan Natrium Thiosulfat
3. Larutan Iodium 0,1 N
4. Larutan Kanji (amilum)
5. HCl 5%
6. Aquades

#### 4.2.2 Skema Bilangan Iodin



#### 4.3.2 Prosedur Analisis Bilangan Iodin

1. Sampel yang sudah diproses di *rotary kiln* dihaluskan dengan cara ditumbuk sampai halus.



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir 2019

**Gambar 4.9**  
**Proses Penumbukan**

2. Kemudian sampel yang sudah ditumbuk akan diayak sampai berukuran - 325 mesh.



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir 2019

**Gambar 4.10**  
**Proses Pengayakan**

3. Sampel yang sudah berukuran - 325 mesh ditimbang sebanyak  $\pm 1$  gr kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer.



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir 2019

**Gambar 4.11**  
**Proses Penimbangan**

4. Sampel didalam erlenmeyer ditambah 10 ml HCl 5%, aduk sampel sampai menjadi basah merata (homogen).



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir 2019

**Gambar 4.12**  
**Proses Penambahan HCl**

5. Panaskan larutan sampel sampai mendidih di atas pemanas (*hotplate*), biarkan selama  $\pm 30$  detik.



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir 2019

**Gambar 4.13**  
**Proses Pemanasan**

6. Angkat larutan sampel dari *hotplate*, kemudian dinginkan di dalam ember yang berisi air untuk mempercepat proses pendinginan.



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir 2019

**Gambar 4.14**  
**Proses Pendinginan**



7. Tambahkan iodium 0,1 N sebanyak 100 ml dan kocok selama 30 detik.



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir 2019

**Gambar 4.15**

**Proses Penambahan Iodium**

8. Kemudian disaring dengan kertas saring. Filtrat hasil saringan dipipet sebanyak 50 ml.



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir 2019

**Gambar 4.16**

**Proses Penyaringan**

9. Sediakan buret 50 ml yang berisi larutan natrium tiosulfat.



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir 2019

**Gambar 4.17**

**Pipet Berisi Natrium Tiosulfat**

10. Filtrat sampel iodin (hasil saringan), selanjutnya dititrasi dengan natrium tiosulfat hingga menjadi tidak berwarna.



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir 2019

**Gambar 4.18**

**Proses Titrasi**

11. Catat larutan natrium tiosulfat yang terpakai titrasi, kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai iodin sampel.

#### 4.3.4 Perhitungan Bilangan Iodin

Perhitungan bilangan iodin dari karbon aktif mengacu pada standar AWWA B604-74 (*America Water Work Association Standard*) adalah sebagai berikut :

$$\text{Bilangan Iodin} = \frac{x}{m} D$$

$$\frac{x}{m} = \frac{A - (2,2 B \times \text{natrium thiosulfat yang digunakan (ml)})}{\text{berat sampel (gr)}}$$

$$A = (2,2 B \times \text{natrium thiosulfat yang digunakan (ml)})$$

$$C = \frac{N \text{ thiosulfat} \times \text{natrium thiosulfat yang digunakan}}{\text{berat sampel (gr)}}$$

$$A = (2,2 B \times \text{natrium thiosulfat yang digunakan (ml)})$$

Keterangan :

$$\frac{x}{m} = \frac{\text{Berat iodin dalam sampel (gr)}}{\text{berat sampel (gr)}}$$

$\frac{x}{m}$  = Berat iodin dalam sampel (gr) dibagi dengan berat sampel (gr) dikalikan dengan faktor koreksi

$$A = \frac{A - (2,2 B \times \text{natrium thiosulfat yang digunakan (ml)})}{\text{berat sampel (gr)}}$$

A = Normalitas Iodium x 126,93

$$B = \frac{A - (2,2 B \times \text{natrium thiosulfat yang digunakan (ml)})}{\text{berat sampel (gr)}}$$

B = Normalitas Thiosulfat x 126,93

C = Normalitas residu *filtrate*

D = Faktor koreksi

#### 4.4 Analisis Kadar Abu

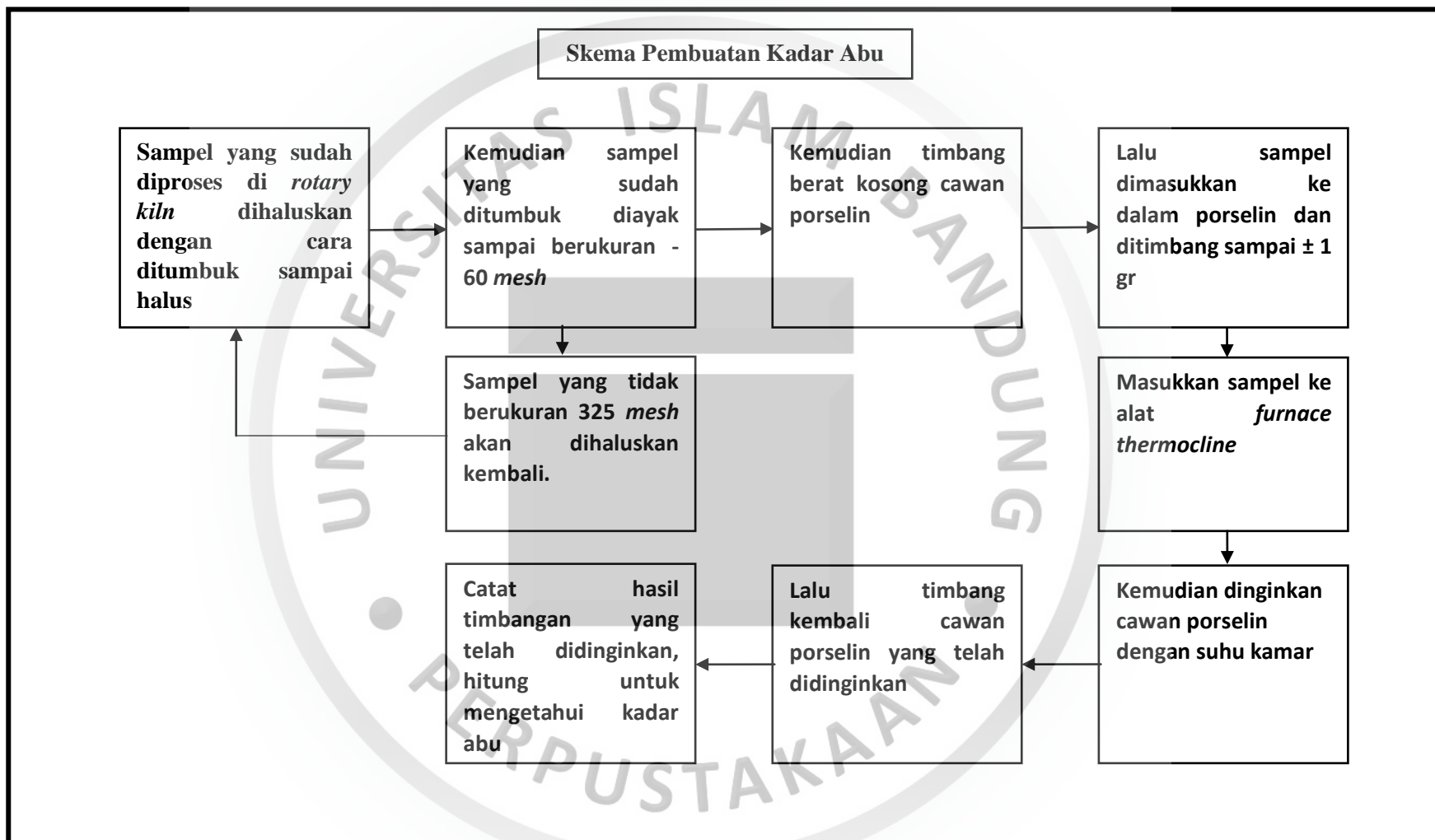
Analisis kadar abu sebagai salah satu indikator untuk mengetahui kualitas karbon aktif yang diproduksi dalam proses aktivasi. Prosedur analisis kadar abu mengacu pada standar ASTM D-3173.

##### 4.4.1 Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk analisis kadar abu adalah :

1. Cawan Porselin
2. *Furnace Thermoline*

#### 4.4.2 Skema Kadar Abu



#### 4.4.3 Prosedur Analisis Kadar Abu

1. Sampel yang sudah diproses di *rotary kiln* dihaluskan dengan cara ditumbuk sampai halus.



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir 2019

**Gambar 4.19**  
**Proses Penumbukan**

2. Kemudian sampel yang sudah ditumbuk akan diayak sampai berukuran - 60 mesh.



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir 2019

**Gambar 4.20**  
**Proses Pengayakan**



3. Kemudian timbang berat kosong cawan porselin.



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir 2019

**Gambar 4.21**  
**Penimbangan Cawan Kosong**

4. Lalu sampel dimasukkan ke dalam porselin dan ditimbang sebanyak  $\pm 1$  gr.



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir 2019

**Gambar 4.22**  
**Penimbangan Cawan Isi**

5. Masukkan sampel ke alat *furnace thermocline*.



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir 2019

**Gambar 4.23**  
**Proses Pembakaran**

6. Dinginkan cawan porselin dengan suhu kamar.



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir 2019

**Gambar 4.24**  
**Proses Pendinginan Cawan Porselin**

7. Kemudian timbang kembali cawan porselin yang telah didinginkan.



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir 2019

**Gambar 4.25**  
**Penimbangan Kembali Cawan Porselin**

8. Catat hasil timbangan yang telah didinginkan, kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui kadar abu.



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir 2019

**Gambar 4.26**  
**Perhitungan**

#### 4.4.4 Perhitungan Kadar Abu

Perhitungan kadar abu dari karbon aktif mengacu pada standar ASTM D-3173 adalah sebagai berikut :

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{W_0 - W}{W_{dso}} \times 100\%$$

Keterangan :

$W_0$  = Berat Cawan + sampel sebelum pembakaran (gr)

$W$  = Berat Cawan + sampel (gr)

$W_{dso}$  = Berat sampel setelah pembakaran (gr)

#### 4.5 Proses Pengamatan Kinerja Pembakar *Siklon, Boiler, Rotary Kiln* dan Analisis Bilangan Iodin dan Kadar Abu

Untuk mendapatkan data seperti tabel di bawah dilakukan pengamatan secara berkala (per jam). Untuk pemanasan *rotary kiln* dibutuhkan waktu  $\pm 24$  jam. Sedangkan pemanasan pembakar *siklon* dibutuhkan waktu  $\pm 15$  jam. Kemudian untuk pengamatan pada pembakar *siklon* data yang diperlukan berupa data umpan, bahan bakar, kecepatan putaran *screw feeder* dan suhu jam di dalam pembakar *siklon*.

Demikian pada pengamatan *rotary kiln*, data yang diperlukan adalah data umpan, kecepatan putaran, dan bahan baku. Pengamatan suhu dibagi per segmen pada *rotary kiln*. *Rotary kiln* memiliki 4 segmen dimana di setiap segmen mempunyai suhu yang berbeda-beda, semakin dekat dengan *siklon burner* maka suhu yang dihasilkan semakin tinggi. Demikian pula semakin jauh dengan pembakar *siklon* maka suhu yang dihasilkan semakin rendah.

Untuk *rotary kiln* dengan Panjang  $\pm 8$  meter, termokopel ditempatkan pada area input *rotary kiln*, dimana (api) panas awal dari pembakar siklon berada di area ini. Berikut penempatan *rotary kiln* per tiap segmen:

1. Segmen pertama (T1) ditempatkan  $\pm 1$  meter dari input *rotary kiln*.
2. Segmen kedua (T2) ditempatkan  $\pm 2-3$  meter dari input *rotary kiln*.
3. Segmen ketiga (T3) ditempatkan  $\pm 4-5$  meter dari input *rotary kiln*.
4. Segmen keempat (T4) ditempatkan  $\pm 6-7$  meter dari input *rotary kiln*.

Untuk pengamatan *boiler* data yang diperlukan berupa data tekanan (*pressure*) yang dibutuhkan untuk menghasilkan uap. Selanjutnya dari kondisi operasional, data pada pembakar *siklon*, *boiler*, dan *rotary kiln* dilakukan pengamatan pada hasil proses aktivasi yaitu data hasil analisis bilangan iodin dan kadar abu.



4.6 Tabel Pengamatan Kinerja Pembakaran *Siklon Burner, Boiler* dan Analisis Bilangan Iodin dan Kadar Abu

Tabel 4.4  
Hasil Pengamatan 1

Jam Ke -	Siklon Burner			Rotary Kiln						Exhauster	Boiler	Hasil Analisa		Keterangan
	Umpan	Screw Feeder	T=0	Umpan	Speed	T=1	T=2	T=3	T=4		Pressure	Iodine	Kadar Abu	
	(Kg)	(Hz)	(°C)	(Kg)	(Hz)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)		(Hz)	(Bar)	(mg/gr)	
														Start Up
1	80	15	199	50	20	240	137	67	100	10				
2	40	15	214	50	22.5	421	257	199	141	10				
3	40	15	165	50	22.5	340	227	124	142	10				
4	40	15	366	50	22.5	714	406	160	228	10				
5	40	15	436	50	22.5	729	425	184	265	10				
6	40	15	572	50	22.5	826	492	217	295	10				
7	40	15	644	50	22.5	898	553	238	332	10				
8	40	15	626	50	22.5	749	503	250	331	10				
9	40	15	669	50	22.5	806	523	260	367	10				

Sumber : Hasil Pengamatan Tugas Akhir 2019

**Tabel 4.5**  
**Hasil Pengamatan 2**

Jam Ke -	Siklon Burner			Rotary Kiln						Exhauster	Boiler			Hasil Analisa		Keterangan
	Umpan	Screw Feeder	T=0	Umpan	Speed	T=1	T=2	T=3	T=4		Pressure	Iodine	Kadar Abu	Kadar Abu		
															(Kg)	
10	40	15	706	50	27	904	601	288	403	10	2			Umpan KA arang Tempurung Kelapa masuk		
11	40	15	715	100	27	903	607	297	410	10	2			Boiler Alborg		
12	40	15	720	100	27	832	612	308	408	10	6.5			Umpan KA Tembilah (-10 +5 mm) masuk, umpan KA arang sawit habis		
13	40	15	724	100	28	842	626	324	419	10	6			RPM naik, arang ada yang tumpah		
14	40	15	795	100	28	842	651	354	469	10	5.5	508	10.40			
15	40	15	873	100	28	935	709	384	514	10	7.5					
16	40	15	897	100	28	884	688	401	541	10	8	601	3.80			
17	40	15	923	100	28	860	677	420	562	10	5.5					
18	40	15	937	100	28	863	693	426	570	10	8	687	3.90			
19	40	15	950	100	28	846	662	456	569	10	6.5					
20	40	15	949	100	28	795	632	436	549	10	8	599	2.40			
21	40	15	925	100	28	643	564	410	525	10	7			Boiler solar		
22	40	15	944	100	28	770	579	417	527	10	7	603	2.60	Boiler alborg		
23	40	15	965	100	28	742	502	401	529	10	5.5					
24	40	15	987	100	28	836	598	405	522	10	7.5	508	2.50			
25	40	15	987	100	28	752	590	411	523	10	8					
26	40	15	991	100	28	835	608	404	530	10	6.5	526	3.20			
27	40	15	958	100	28	853	605	409	526	10	7			Umpan KA Tembilah (-5 +1 mm) masuk, umpan KA Tembilah (-10 +5 mm) habis		
28	40	15	969	100	28	882	665	412	531	10	6.5	508	2.79			
29	40	15	967	100	28	910	684	430	546	10	6					
30	40	15	982	100	28	883	689	444	564	10	6	718	3.39			
31	40	15	982	100	28	860	684	474	571	10	6			Cleaning siklon burner		
32	40	15	989	100	28	835	645	459	567	10	5.5	791	3.88			
33	40	15	1013	100	28	808	642	448	560	10	6					

Sumber : Hasil Pengamatan Tugas Akhir 2019

**Tabel 4.6**  
**Hasil Pengamatan 3**

Jam Ke -	Siklon Burner			Rotary Kiln						Exhauster	Boiler		Hasil Analisa		Keterangan
	Umpan	Screw Feeder	T=0	Umpan	Speed	T=1	T=2	T=3	T=4		Pressure	Iodine	Kadar Abu		
														(Kg)	
34	40	15	1022	100	30	931	690	446	560	10	7	650	3.00		
35	40	15	970	100	30	923	708	456	592	10	3.5				
36	40	15	995	100	30	902	686	462	578	10	6.5	692	3.40		
37	40	15	929	100	30	906	796	468	601	10	6.5				
38	40	15	991	100	30	850	670	473	608	10	7.5	724	4.27		
39	40	15	980	100	30	871	655	473	582	10	7				
40	40	15	998	100	30	846	647	463	578	10	7	869	3.80		
41	40	15	983	100	30	804	631	453	565	10	7				
42	40	15	981	100	30	788	614	429	547	10	4	772	3.69	Boiler solar	
43	40	15	955	50	30	590	497	416	477	10	6				
44	40	15	1034	50	30	683	512	406	460	10	6	672	3.69		
45	40	15	978	50	30	656	499	385	431	10	5				
46	40	15	1100	50	30	715	438	362	418	10	6	556	4.27		
47	40	15	1059	50	30	780	510	388	416	10	6.5			Umpan KA Tembilah (-10 +5 mm) masuk, umpan KA Tembilah (-5 +1 mm) habis	
48	40	15	1100	50	35	784	574	355	403	10	3.5	478	2.99		
49	40	15	1106	50	35	871	600	371	449	10	3.5				
50	40	15	1095	50	35	896	623	370	428	10	2.5	431	2.40		
51	40	15	1019	50	35	955	697	386	492	10	5				
52	40	15	1026	50	35	769	589	380	434	10	5	651	14.17		
53	40	15	1017	50	35	764	569	374	424	10	5				
54	40	15	1044	50	35	824	600	375	435	10	4	864	4.90		
55	40	15	1047	50	35	897	646	373	451	10	4				
56	40	15	1045	50	35	918	660	383	451	10	6.5	734	4.10		
57	40	15	906	75	38	884	647	371	457	20	5				

Sumber : Hasil Pengamatan Tugas Akhir 2019

**Tabel 4.7**  
**Hasil Pengamatan 4**

Jam Ke -	Siklon Burner			Rotary Kiln						Exhauster	Boiler Pressure	Hasil Analisa		Keterangan
	Umpan	Screw Feeder	T=0	Umpan	Speed	T=1	T=2	T=3	T=4			Iodine	Kadar Abu	
	(Kg)	(Hz)	(°C)	(Kg)	(Hz)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)			(mg/gr)	(%)	
58	40	15	806	75	38	860	676	389	476	20	5	834	12.39	
59	40	15	754	75	38	811	641	394	468	20	7			
60	40	15	806	75	38	766	604	379	459	20	6.5	895	4.48	
61	40	15	745	75	38	776	607	388	450	10	6.5			
62	40	15	682	75	38	689	563	379	432	10	5.5	715	7.49	
63	40	15	803	75	38	771	648	394	451	10	5.5			
64	40	15	779	75	38	847	642	398	468	15	3.5	668	6.58	
65	40	15	725	75	38	833	654	410	493	15	2.5			
66	40	15	690	75	38	784	652	412	490	15	6	593	4.10	
67	40	15	734	75	38	833	646	417	515	15	3			
														Stop Proses (Perbaikan <i>steam swipel</i> , pemasangan <i>flow meter</i> , <i>cleaning siklon burner</i> , pipa <i>steam</i> di <i>boiler solar</i> )
														Start Up Awal
68	40	15	768	50	30	556	491	412	524	15				
69	40	15	1911	50	30	664	544	405	530	10				
70	40	15	1035	50	30	845	579	408	538	10				
71	40	15	1094	50	30	783	590	414	535	10	5			Umpan KA HSI (-8 +30 mesh) masuk, umpan KA Tembilang (-10 +5 mm) habis
72	40	15	1112	50	30	826	610	403	484	10	6			Start <i>Boiler Solar</i>
73	40	15	1100	50	30	875	632	406	486	10	8			
74	40	15	1078	50	30	876	639	404	487	10	6			Produk KA keluar
75	40	15	1082	50	30	882	643	418	486	10	8	728	27.40	<i>Steam Boiler Alborg</i>

Sumber : Hasil Pengamatan Tugas Akhir 2019

**Tabel 4.8**  
**Hasil Pengamatan 5**

Jam Ke -	Siklon Burner			Rotary Kiln						Exhauster	Boiler		Hasil Analisa		Keterangan
	Umpan	Screw Feeder	T=0	Umpan	Speed	T=1	T=2	T=3	T=4		Pressure	Iodine	Kadar Abu	Kadar Abu	
76	40	15	967	75	30	860	634	417	486	10	10	6		Umpan Kalimantan Kipli (-5 +1mm) masuk, umpan KA HSI (-8 +30 mesh) habis	
77	40	15	903	75	30	833	593	415	464	10	6	898	12.87		
78	40	15	859	75	30	805	610	419	473	10	5.5				
79	40	15	777	75	30	718	580	408	471	10	5.5	863	15.90		
80	40	15	913	75	28	770	589	405	481	10	5				
81	40	15	802	75	28	752	575	401	473	10	7	602	6.29	Boiler Solar	
82	40	15	1025	75	28	815	568	407	453	10	8	521	7.85		
83	40	15	1054	75	28	843	512	414	467	10	3				
84	40	15	1082	75	28	816	596	416	476	10	3	483	5.50		
85	40	15	1073	75	28	782	596	421	465	10	3				
86	40	15	1096	75	30	813	593	426	461	10	6	568	4.80		
87	40	15	1106	75	30	753	561	424	449	10	6				
88	40	15	1095	75	30	805	582	421	446	10	6	562	3.70		
89	40	15	1094	75	30	825	570	426	444	10	6				
90	40	15	1089	75	30	798	555	400	424	10	3	511	20.40	Boiler Alborg	
91	40	15	989	75	30	775	551	407	423	10	3				
92	40	15	1084	75	35	785	567	410	425	10	5	561	3.88		
93	40	15	1073	50	35	857	602	416	239	10	5				
94	40	15	1093	50	35	902	662	436	454	10	7	466	5.87	Umpan KA Majalengka (-8 +30 mesh) masuk, umpan Kalimantan Kipli (-5 +1mm) habis	
95	40	15	1108	50	35	830	618	419	425	10	5				
96	40	15	989	50	35	814	588	411	419	12	6.5	508	3.30		
97	40	15	991	50	35	791	580	412	410	12	6.5				
98	40	15	987	75	35	832	611	417	385	12	6	577	6.89		
99	40	15	998	50	38	833	633	428	422	8	5.5				

Sumber : Hasil Pengamatan Tugas Akhir 2019



**Tabel 4.9**  
**Hasil Pengamatan 6**

Jam Ke -	Siklon Burner			Rotary Kiln						Exhauster	Boiler Hasil Analisa			Keterangan
	Umpan	Screw Feeder	T=0	Umpan	Speed	T=1	T=2	T=3	T=4		Pressure	Iodine	Kadar Abu	
		(Kg)	(Hz)			(°C)	(Kg)	(Hz)	(°C)					
100	40	15	1038	75	38	814	594	414	420	8	5.5	543	7.16	
101	40	15	1143	75	38	887	658	439	454	8	4.5			
102	40	15	1154	75	30	909	673	456	486	8	2.5	587	5.99	Umpan KA Kalimantan Junay (-8 +30 mesh) masuk, umpan KA Majalengka (-8 +30 mesh) habis
103	40	15	1124	75	30	892	716	494	524	8	3			
104	40	15	1137	75	30	909	674	493	517	8	1	694	7.99	Boiler Alborg steam ngedrop
105	40	15	1131	75	38	923	728	516	547	8	2			
106	40	15	1124	75	38	876	719	532	546	8	1	767	7.38	
107	40	15	1132	75	38	899	718	521	553	8	2			
108	40	15	1129	75	38	860	712	520	559	8	3	756	4.09	
109	40	15	1053	75	38	845	706	556	606	8	3			
110	40	15	1038	75	38	821	676	558	620	8	4	742	6.60	
111	40	15	1132	75	38	811	680	537	619	8	4			
112	40	15	1124	75	38	859	600	528	889	8	8	494	13.84	
113	40	15	1131	75	28	755	598	534	491	8	6			
114	40	15	1131	75	28	730	609	459	447	8	7.5	581	7.28	
115	40	15	1108	75	28	612	506	438	474	8	7			
														Boiler trouble
116	40	15	1169	75	30	822	631	450	490	8				Umpan masuk boiler Alborg
117	40	15	1160	75	30	856	636	435	458	8	5			
118	40	15	1158	75	30	802	605	448	461	8	5			
119	40	15	1168	75	30	863	650	454	462	12	5			

Sumber : Hasil Pengamatan Tugas Akhir 2019

**Tabel 4.10**  
**Hasil Pengamatan 7**

Jam Ke -	Siklon Burner			Rotary Kiln						Exhauster	Boiler		Hasil Analisa		Keterangan
	Umpan	Screw Feeder	T=0	Umpan	Speed	T=1	T=2	T=3	T=4		Pressure	Iodine	Kadar Abu		
	(Kg)	(Hz)	(°C)	(Kg)	(Hz)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)		(Hz)	(Bar)	(mg/gr)	(%)	
120	40	15	1160	75	30	886	672	472	480	12	5			KA Reaktifasi (-8 +30 mesh)	
121	40	15	858	75	30	855	669	478	487	12	6.5			Trouble boiler Alborg, api memalik ke blower	
122	40	15	1069	75	30	840	652	479	485	12	1				
123	40	15	950	75	38	815	619	479	488	10					
124	40	15	882	75	38	801	613	462	486					Boiler trouble	

Sumber : Hasil Pengamatan Tugas Akhir 2019

**Tabel 4.11**  
**Hasil Pengamatan 8**

Jam Ke -	Siklon Burner			Rotary Kiln						Exhauster	Boiler		Hasil Analisa		Keterangan
	Umpan	Screw Feeder	T=0	Umpan	Speed	T=1	T=2	T=3	T=4		Pressure	Iodine	Kadar Abu		
	(Kg)	(Hz)	(°C)	(Kg)	(Hz)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)		(Hz)	(Bar)	(mg/gr)	(%)	
														Start Up siklon burner . Kayu bakar basah, suhu lambat naik	
125	48	10	345	50	21	383	314	128	138	12					
126	48	10	260	50	21	350	306	143	154	10.5					
127	48	15	442	50	21	450	362	166	170	10.5					
128	48	15	282	50	21	456	401	180	191	10.5					
129	48	20	283	50	21	477	421	192	207	10.5					
130	48	20	453	50	21	615	514	229	245	8					
131	48	20	792	50	21	737	620	264	285	8					
132	48	20	747	50	21	679	594	273	297	8					
133	48	20	852	50	21	727	635	282	314	12					
134	48	20	1050	50	27	818	725	309	353	12					

Sumber : Hasil Pengamatan Tugas Akhir 2019

**Tabel 4.12**  
**Hasil Pengamatan 9**

Jam Ke -	Siklon Burner			Rotary Kiln						Exhauster	Boiler		Hasil Analisa		Keterangan
	Umpan	Screw Feeder	T=0	Umpan	Speed	T=1	T=2	T=3	T=4		Pressure	Iodine	Kadar Abu		
	(Kg)	(Hz)	(°C)	(Kg)	(Hz)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)		(Bar)	(mg/gr)	(%)		
135	48	20	1045	75	27	772	746	323	371	10	5			Umpan KA AT masuk	
136	48	20	1019	75	27	796	765	343	383	10	7			Boiler Alborg	
137	48	20	1076	75	30	758	757	306	399	10	7	588	9.00		
138	48	20	1082	100	30	791	764	371	419	10	7	669	7.59		
139	48	20	1092	100	35	765	780	386	437	12	6.5			Umpan KA Kalimantan Junay (-8 +30 mesh) masuk, umpan KA AT habis	
140	48	20	1073	100	35	800	812	408	459	12	5.5	758	4.99		
141	48	20	1068	100	35	746	779	422	476	12	6	552	6.50		
142	48	20	1069	100	35	841	823	437	496	12	7				
143	48	20	1068	75	35	843	841	455	516	12	6.5	567	5.28		
144	48	20	1068	75	35	815	822	459	521	12	7				
145	48	20	1151	75	28	873	859	459	535	12	5	683	8.48		
146	48	20	1140	75	28	912	886	486	547	12	5				
147	48	20	1144	75	27	881	885	489	556	12	5	704	5.79		
148	48	20	1143	50	28	876	882	490	536	12	5				
149	48	20	1144	50	28	890	885	498	568	12	4.5	807	6.70	Boiler solar	
150	48	20	1142	35	28	950	928	513	582	12	7				
151	48	20	1110	35	28	960	911	516	584	12	6.5	798	5.98	Umpan KA Majalengka (-8 +30 mesh) masuk, umpan KA Kalimantan Junay (-8 +30 mesh) keluar	
152	48	20	982	35	28	950	952	509	578	12	7				
153	48	20	1125	35	28	980	907	511	982	12	5	1047	5.29		
154	48	20	1020	70	28	980	930	521	594	12	5	1199	6.00		
155	48	20	1038	70	28	896	907	524	601	12	6				
156	48	20	1050	100	28	924	901	521	599	12	6.5	1269	4.39		
157	48	20	1090	100	28	876	906	526	607	12	7				
158	48	20	1090	75	28	866	899	531	608	12	6.5	1267	4.79		

Sumber : Hasil Pengamatan Tugas Akhir 2019

**Tabel 4.13**  
**Hasil Pengamatan 10**

Jam Ke -	Siklon Burner			Rotary Kiln						Exhauster	Boiler		Hasil Analisa		Keterangan
	Umpan	Screw Feeder	T=0	Umpan	Speed	T=1	T=2	T=3	T=4		Pressure	Iodine	Kadar Abu		
														(Kg)	
159	48	20	1090		28	870	902	527	603	12	7	1107	5.59		
160	48	20	1026		28	882	888	516	595	12	7			Blower siklon alborg mati	
														Maintenance	
161	48	20	1013	50	28	841	892	566	657	12	7			Umpan KA Rahmat masuk	
162	48	20	1010	50	28	929	919	542	634	12	3				
163	48	20	1033	50	28	870	932	546	639	12	6				
164	48	20	1041	50	28	851	846	526	609	12	6				
165	48	20	1142	50	28	878	842	517	603	12	6.5				
166	48	20	1168	50	28	912	904	516	595	12	6	1117	7.88		
167	48	20	1162	50	28	944	926	542	602	12	7				
168	48	20	1167	25	28	924	932	538	612	12	6	962	2.69	Umpan KA Kalimantan Kipli (-5 +1mm) masuk, umpan KA Rahmat keluar	
169	48	20	1145	50	28	936	931	536	613	12	6				
170	48	20	1132	50	28	938	940	534	622	12	6	1212	2.79		
171	48	20	1097	50	28	953	930	523	611	12	5			Umpan KA Kalimantan Junay (-8 +30 mesh) masuk, umpan KA Kalimantan Kipli (-5 +1mm) keluar	
172	48	20	1082	50	28	902	924	531	611	12	4.5	1262	3.20		
173	48	20	1121	50	28	864	891	535	611	12	5.5				
174	48	20	1176	50	28	874	885	539	602	12	4.5	1311	3.79		
175	48	20	1180	50	28	865	883	528	604	12	6.5				
176	48	20	1164	50	28	863	877	518	597	12	3	1147	5.09		
177	48	20	1166	75	28	921	922	530	613	12	7				
178	48	20	1164	75	28	873	891	525	605	12	6	875	5.48		
179	48	20	1178	75	28	880	894	518	611	12	6				

Sumber : Hasil Pengamatan Tugas Akhir 2019

**Tabel 4.14**  
**Hasil Pengamatan 11**

Jam	Siklon Burner			Rotary Kiln						Exhauster	Boiler		Hasil Analisa		Keterangan
	Umpan	Screw Feeder	T=0	Umpan	Speed	T=1	T=2	T=3	T=4		Pressure	Iodine	Kadar Abu		
	(Kg)	(Hz)	(°C)	(Kg)	(Hz)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)		(Hz)	(Bar)	(mg/gr)	(%)	
180	48	20	1180	75	28	887	902	530	610	12	5.5	961	5.07		
181	48	20	1179	75	28	902	932	540	628	12	6				
182	48	20	1160	75	28	909	936	543	629	12	5.5	791	7.00	Screw feeder bahan baku macet	
183	48	20	1147	75	28	904	935	542	629	12	5.5				
184	48	20	1145	75	28	880	917	538	625	12	5	814	5.40	Cleaning siklon burner	
185	48	20	1143	75	28	946	566	549	640	12	2.5				
186	48	20	1111	75	28	940	953	544	635	12	2	938	8.50		
														Blower Trouble	

Sumber : Hasil Pengamatan Tugas Akhir 2019

**Tabel 4.15**  
**Hasil Pengamatan 12**

Jam	Siklon Burner			Rotary Kiln						Exhauster	Boiler		Hasil Analisa		Keterangan
	Umpan	Screw Feeder	T=0	Umpan	Speed	T=1	T=2	T=3	T=4		Pressure	Iodine	Kadar Abu		
	(Kg)	(Hz)	(°C)	(Kg)	(Hz)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)		(Hz)	(Bar)	(mg/gr)	(%)	
														Start Up Awal	
187	40	10	67	50	28	208	185	98	107	12					
188	40	15	608	50	28	537	421	166	164	12					
189	40	20	790	50	28	719	602	235	238	12					
190	40	15	746	50	28	781	716	276	290	12					
191	40	15	617	50	28	765	695	294	292	12					

Sumber : Hasil Pengamatan Tugas Akhir 2019



**Tabel 4.16**  
**Hasil Pengamatan 13**

Jam	Siklon Burner			Rotary Kiln						Exhauster	Boiler Pressure	Hasil Analisa		Keterangan
	Umpan	Screw Feeder	T=0	Umpan	Speed	T=1	T=2	T=3	T=4			Iodine	Kadar Abu	
	(Kg)	(Hz)	(°C)	(Kg)	(Hz)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)			(mg/gr)	(%)	
192	40	10	781		28	889	806	322	355	12				
														Thermokopel Error . Blower siklon burner trip (harus dibersihkan)
														Start Up Awal
193	40	15	529	50	28	516	514	255	238	12				
194	40	15	705	50	28	719	620	279	249	12				
195	40	20	786	50	28	805	750	324	301	12				
196	40	20	819	50	28	839	786	359	326	12				
197	40	20	808	50	28	896	849	379	355	12	5.5			Boiler Alborg. Umpan KA Kalimantan Kipli (-5 +1mm) masuk
198	40	15	848	50	28	914	874	393	379	12	5.5			
199	40	15	849	50	28	952	930	429	399	12	6.5			

Sumber : Hasil Pengamatan Tugas Akhir 2019