

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengamatan Pembakar *Siklon Rotary Kiln*

Hasil pengamatan pada kondisi pembakar *siklon* selama proses aktivasi berlangsung dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 5.1
Kondisi Proses Pada Pembakar *Siklon*

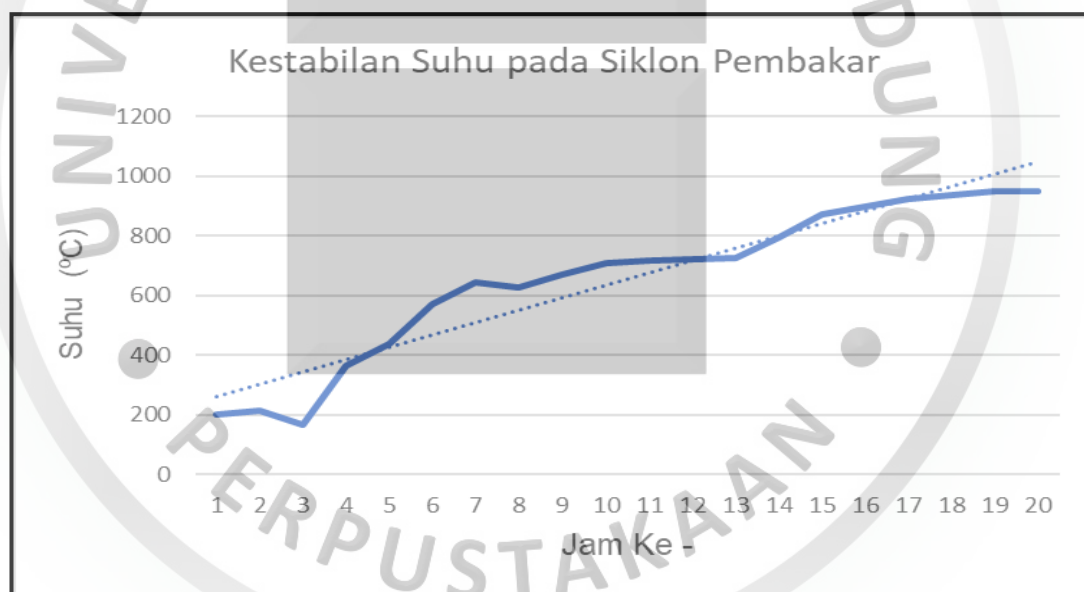
Jam Ke -	Suhu (°C)	Umpan (Kg)	Screw Feeder (Hz)
1	199	80	15
2	214	40	15
3	165	40	15
4	366	40	15
5	436	40	15
6	572	40	15
7	644	40	15
8	626	40	15
9	669	40	15
10	706	40	15
11	715	40	15
12	720	40	15
13	724	40	15
14	795	40	15
15	873	40	15
16	897	40	15
17	923	40	15
18	937	40	15
19	950	40	15
20	949	40	15

Sumber : Hasil Pengolahan Data Tugas Akhir 2019

Data pada **Tabel 5.1** laju umpan bahan bakar yang masuk ke dalam *hopper* ditetapkan sebesar 40 kg/jam. Sedangkan laju umpan batubara yang masuk ke dalam pembakar siklon diatur menggunakan *screw feeder*. *Setting* kecepatan pada motor *screw feeder* ditetapkan sebesar 15 Hz. Hz (*Hertz*) merupakan satuan

frekuensi yang menyatakan banyaknya putaran setiap detik. Untuk mengkonversikan dari Hz ke rpm adalah 1 Hz sama dengan 60 rpm. *Rotation per minutes* (rpm) merupakan satuan frekuensi yang menyatakan banyaknya putaran dalam menit.

Penentuan nilai kecepatan 15 Hz (900 rpm) berdasarkan hasil uji coba sebelumnya, yang menunjukkan bahwa untuk mencapai suhu didalam pembakar siklon 900-1000°C, kecepatan motor pada *screw feeder* adalah 15 Hz. Dari data pada **Tabel 5.1** menunjukkan pada jam ke 16 suhu mulai naik mendekati 900°C dan berdasarkan grafik pada **Gambar 5.1** terlihat kestabilan suhu tercapai pada jam ke 18, dengan kisaran suhu antara 900-1000°C.



Sumber : Hasil Pengolahan Data Tugas Akhir 2019

Gambar 5.1
Kestabilan Suhu pada *Siklon* Pembakar Terhadap *Rotary Kiln*

Setelah 20 jam pembakar *siklon* beroperasi suhu relatif stabil pada 900-1000°C. bahkan setelah 2 hari beroperasi suhu didalam pembakar *siklon* mencapai > 1000°C (**Tabel 4.4 - Tabel 4.16**). Lamanya waktu yang diperlukan untuk meningkatkan dan mencapai kestabilan suhu di dalam pembakar *siklon*, karena ruang di dalam *rotary kiln* merupakan material refraktori yang terdiri atas bata api. Meskipun lapisan bata api (refraktori) tahan terhadap suhu tinggi, namun bata api

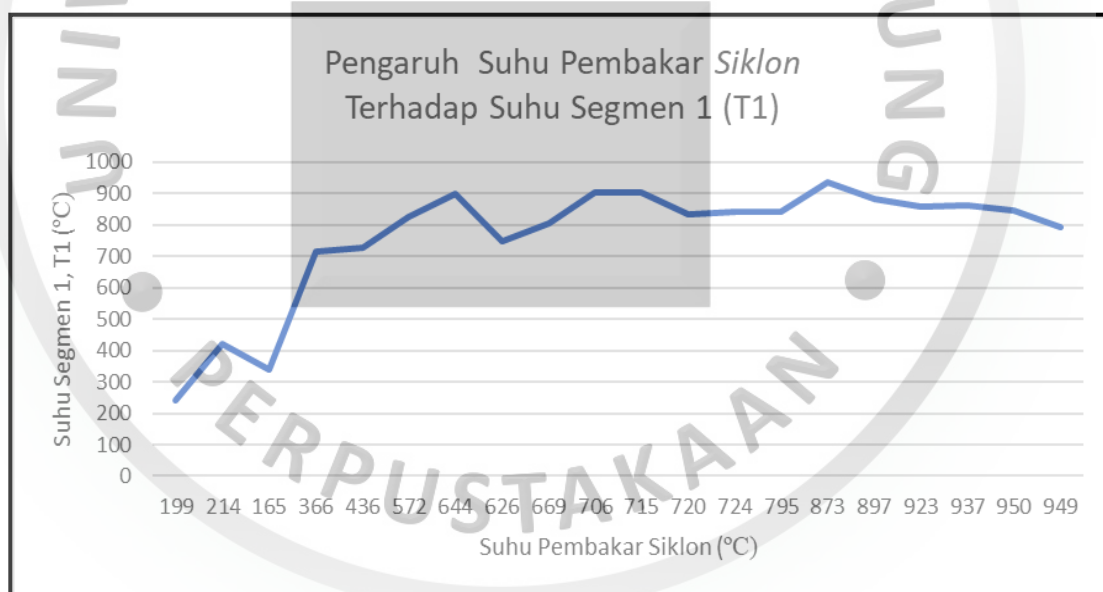
memiliki ekspansi panas yang rendah, sehingga membutuhkan waktu lama untuk pemanasan dan kestabilan suhunya.

5.2 Hasil Pengamatan Pada *Rotary Kiln*

Dengan kondisi suhu di pembakar *siklon* 900-1000°C, maka pengamatan berikutnya adalah melihat pengaruh suhu dari *siklon* terhadap suhu *rotary kiln*

5.2.1 Pengaruh Suhu Pembakar *Siklon* Terhadap Suhu di T1

Pengamatan awal dilakukan terhadap suhu di T1 yang merupakan segmen utama proses awal aktivasi berlangsung dimana distribusi uap sebagai zat aktivator dialirkan mulai di area T1. Hasil pengamatan pengaruh suhu pembakar *siklon* terhadap suhu *rotary kiln* dapat dilihat pada **Gambar 5.2**.



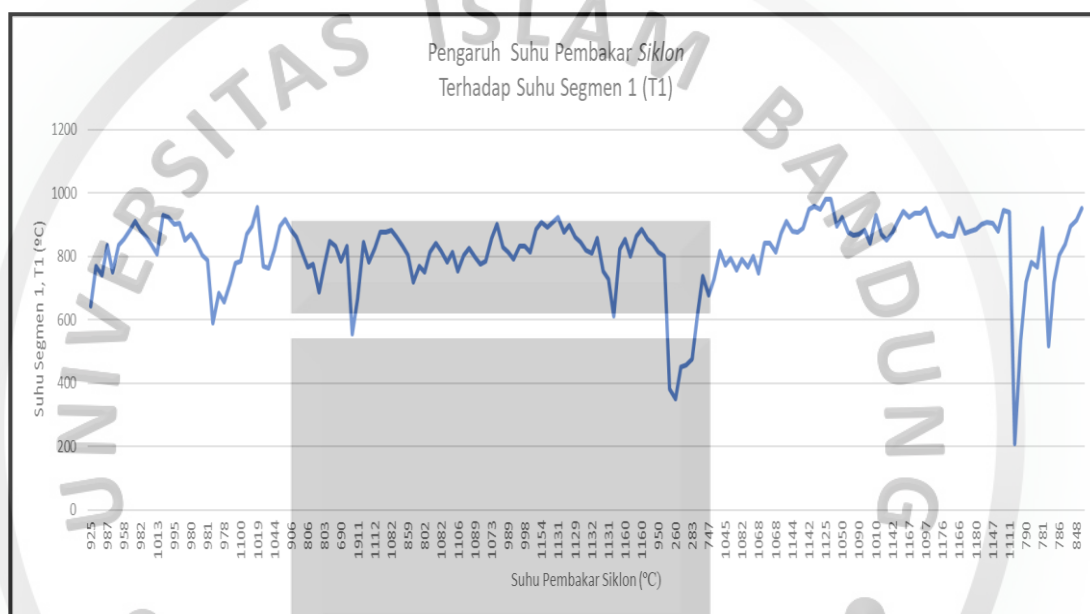
Sumber : Hasil Pengolahan Data Tugas Akhir 2019

Gambar 5.2

Pengaruh Suhu Pembakar *Siklon* Terhadap Suhu Segmen 1 (T1) Jam Ke - 1 Sampai Jam Ke - 20

Berdasarkan hasil pengamatan pada **Gambar 5.2** suhu pembakar *siklon* beroperasi selama ± 20 jam terlihat suhu di T1 mencapai ± 800°C pada jam ke - 6. Kemudian suhu terlihat turun ke 749°C pada jam ke - 8. Proses aktivasi idealnya berlangsung pada suhu ± 900°C. Oleh karena itu pada saat tercapai suhu ± 900°C

(jam ke - 10), arang tempurung kelapa dimasukkan ke dalam *rotary kiln* untuk proses aktivasi. Hasil percobaan sebelumnya masuknya umpan bahan baku yang merupakan material karbon dan memiliki energi (bersifat terbakar) akan meningkatkan suhu didalam *rotary kiln*, sehingga suhu proses aktivasi 800-900°C selain itu pengaruh panas yang bersumber dari pembakar *siklon* juga dari material bahan baku itu sendiri. Hal ini terlihat pada **Gambar 5.3**.



Sumber : Hasil Pengolahan Data Tugas Akhir 2019

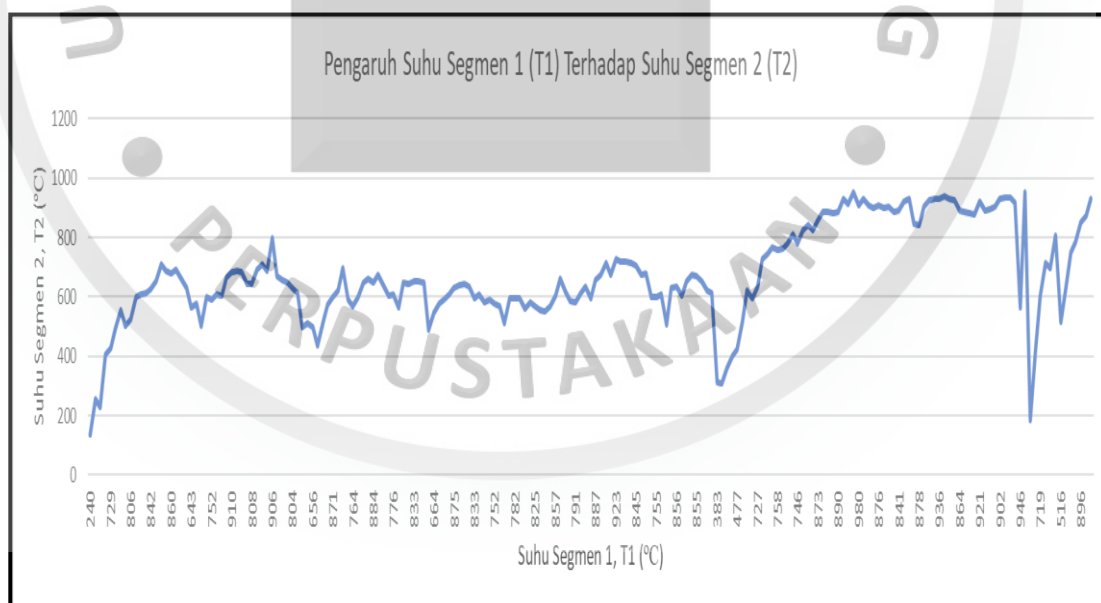
Gambar 5.3

Pengaruh Suhu Pembakar *Siklon* Terhadap Suhu Segmen 1 (T1) Setelah Jam Ke - 20

Pada **Gambar 5.3** menunjukkan kestabilan suhu di T1 relatif stabil pada 800-900°C. Pada beberapa titik suhu di turun < 800°C pada saat suhu di pembakar *siklon* < 950°C. Namun hal ini tidak bisa disimpulkan bahwa seandainya suhu di pembakar *siklon* < 950°C maka suhu di T1 turun menjadi < 800°C. Karena pada hasil pengamatan lainnya, meskipun suhu di pembakar *siklon* > 950°C bahkan beberapa titik mencapai > 1000°C terdapat suhu di T1 < 800°C. Meskipun demikian, titik pengamatan utama adalah tercapainya kestabilan suhu di T1 800-900°C.

5.2.2 Pengaruh Suhu di T1 Terhadap Suhu di T2

Melihat pengaruh suhu pembakar *siklon* terhadap suhu di T1, selanjutnya adalah melihat ekspansi panas dari T1 ke T2. Suhu di T2 umumnya $> 600^{\circ}\text{C}$. Secara teoritis suhu pada T2 harus lebih kecil di T1, namun pada beberapa kondisi suhu di T2 dibutuhkan sama dengan suhu di T1 atau lebih. Hal ini disebabkan ruang T2 juga merupakan area aktivasi di mana distribusi uap dialirkan. Uap bertekanan akan bereaksi dengan ter yang menutupi pori-pori arang pada suhu tinggi ($\pm 900^{\circ}\text{C}$) menjadi gas CO dan H₂. Ter adalah karbon yang pada suhu tinggi berbentuk gas dan pada saat suhu rendah berbentuk cair bahkan padat pada suhu ruang. Suhu tinggi pada area T2 diperoleh melalui pengaturan *exhauster*, yang berfungsi menghisap dan mendistribusikan panas di dalam ruang *rotary kiln*. data pada **Tabel 4.4 - Tabel 4.16** menunjukkan peningkatan kecepatan motor pada *exhauster* mengakibatkan suhu di T2 menjadi tinggi. Hal ini terlihat pada **Gambar 5.4**.



Sumber : Hasil Pengolahan Data Tugas Akhir 2019

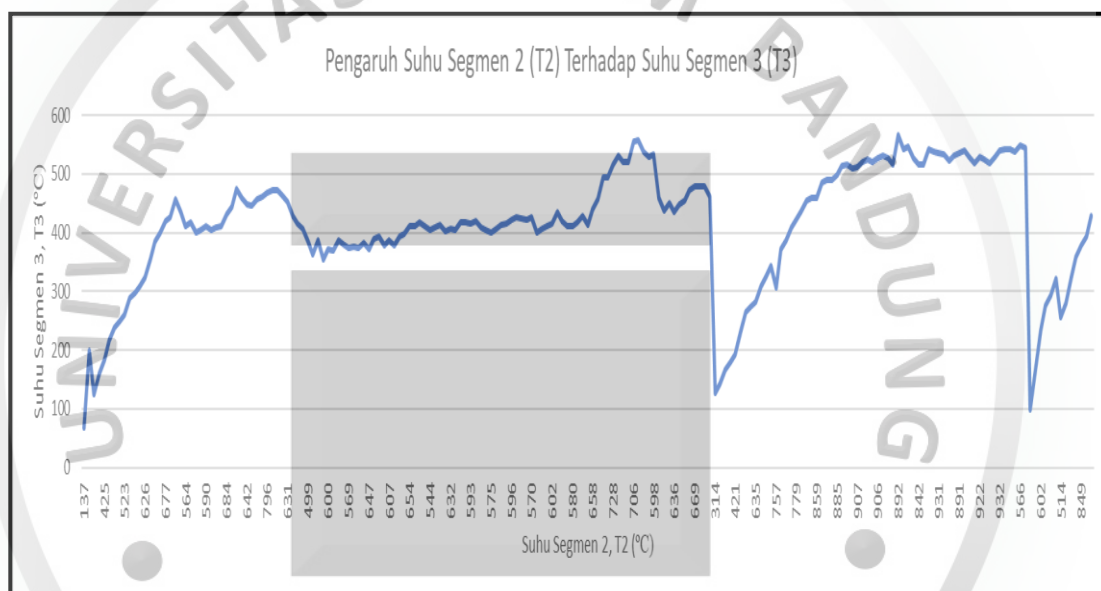
Gambar 5.4
Pengaruh Suhu Segmen 1 (T1) Terhadap Suhu Segmen 2 (T2)

Suhu di segmen dua mengalami stagnan pada jam ke - 9 sampai jam ke - 124 yang berada dikisaran suhu 500°C - 780°C kemudian suhu mengalami

penurunan pada jam ke - 125 berada disuhu 314°C dan suhu kembali naik pada jam ke - 127 sampai jam ke - 184 dengan kisaran 600°C - 950°C .

5.2.3 Pengaruh Suhu di T2 Terhadap Suhu di T3

Setelah dari segmen dua (T2) bahan baku menuju ke segmen tiga atau T3, dimana di segmen 3 juga merupakan bagian area menuju area pendinginan material. Sama seperti halnya pengaruh suhu T2 terhadap T1, pengaruh suhu T2 terhadap T3 terlihat fluktuatif (**Gambar 5.5**).



Sumber : Hasil Pengolahan Data Tugas Akhir 2019

Gambar 5.5
Pengaruh Suhu Segmen 2 (T2) Terhadap Suhu Segmen 3 (T3)

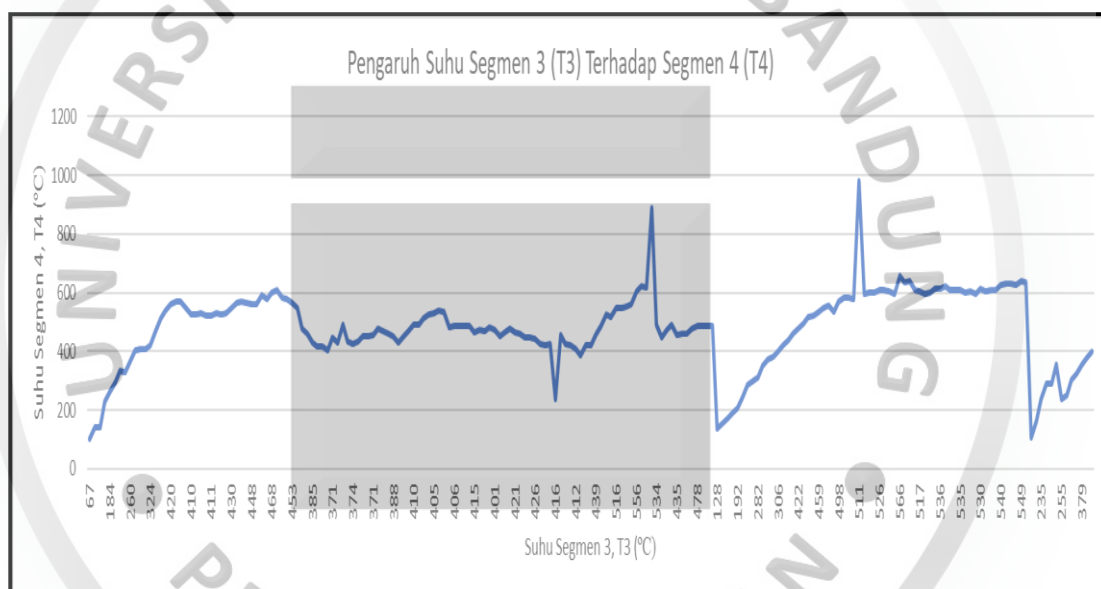
Data pada **Gambar 5.5** maupun pada **Tabel 4.4** - **Tabel 4.16**, umumnya menunjukkan jika suhu di T2 berkisar antara 500°C - 650°C , maka kisaran suhu di T3 rata-rata antara 400°C - 600°C . Demikian jika suhu di T2 $> 700^{\circ}\text{C}$, maka suhu di T3 meningkat menjadi 500°C - 600°C . Peningkatan suhu ini juga disebabkan turunnya kecepatan motor pada *exhauster*, dari 10 Hz (**Tabel 4.7**) menjadi 8 Hz. Penurunan kecepatan motor menyebabkan panas tidak terdistribusi ke area T3.

Suhu di segmen tiga mengalami stagnan pada jam ke - 17 sampai jam ke - 124 yang berada dikisaran suhu 400°C - 560°C kemudian suhu mengalami

penurunan pada jam ke - 125 berada disuhu 128°C dan suhu kembali naik pada jam ke - 127 sampai jam ke - 184 dengan kisaran 160°C - 550°C .

5.2.4 Pengaruh Suhu di T3 Terhadap Suhu di T4

Pengaruh suhu T3 terhadap suhu di T4 menunjukkan tidak terjadi penurunan suhu, meskipun area T4 merupakan area terakhir dimana posisi panas pada pembakar *siklon* memiliki jarak terjauh bahkan pada **Gambar 5.6** terlihat suhu di T4 relatif sama dengan suhu T3 yaitu berkisar antara 400°C - 600°C . Namun terdapat pula pada beberapa titik pengamatan suhu di T4 lebih tinggi dari suhu di T3.



Sumber : Hasil Pengolahan Data Tugas Akhir 2019

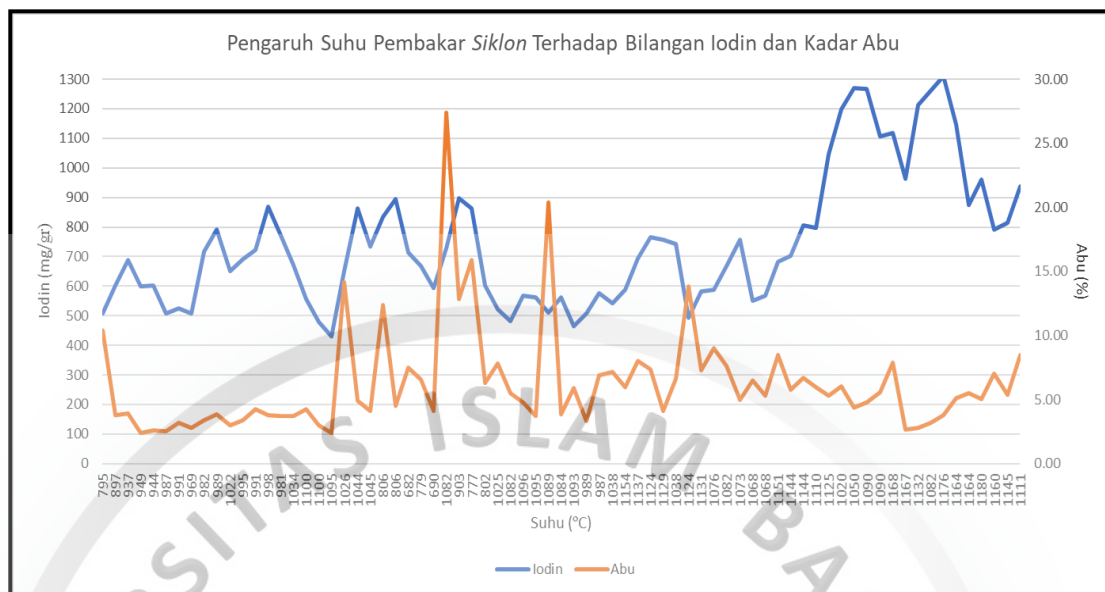
Gambar 5.6
Pengaruh Suhu Segmen 3 (T3) Terhadap Suhu Segmen 4 (T4)

Suhu di segmen empat mengalami stagnan pada jam ke - 17 sampai jam ke - 124 yang berada dikisaran suhu 200°C - 600°C kemudian suhu mengalami penurunan pada jam ke - 125 berada disuhu 138°C dan suhu kembali naik pada jam ke - 127 sampai jam ke - 184 dengan kisaran 160°C - 550°C . Hasil dari segmen empat ini berupa karbon aktif.

5.3 Pengamatan Hasil Aktivasi

Pengamatan hasil aktivasi dilakukan terhadap data laju umpan, bahan baku, suhu, kecepatan putaran *rotary kiln*, dan kecepatan *exhauster*. Indikator kondisi optimum adalah memperoleh karbon aktif dengan bilangan iodin tertinggi. Sedangkan kadar abu perlu diketahui karena berkaitan dengan teknik pemanfaatannya. Karbon aktif yang memiliki kadar abu tinggi saat digunakan pada media filtrasi atau yang bertekanan maka abu tersebut akan menyumbat sistem filtrasi atau terdorong keluar akibat tekanan.

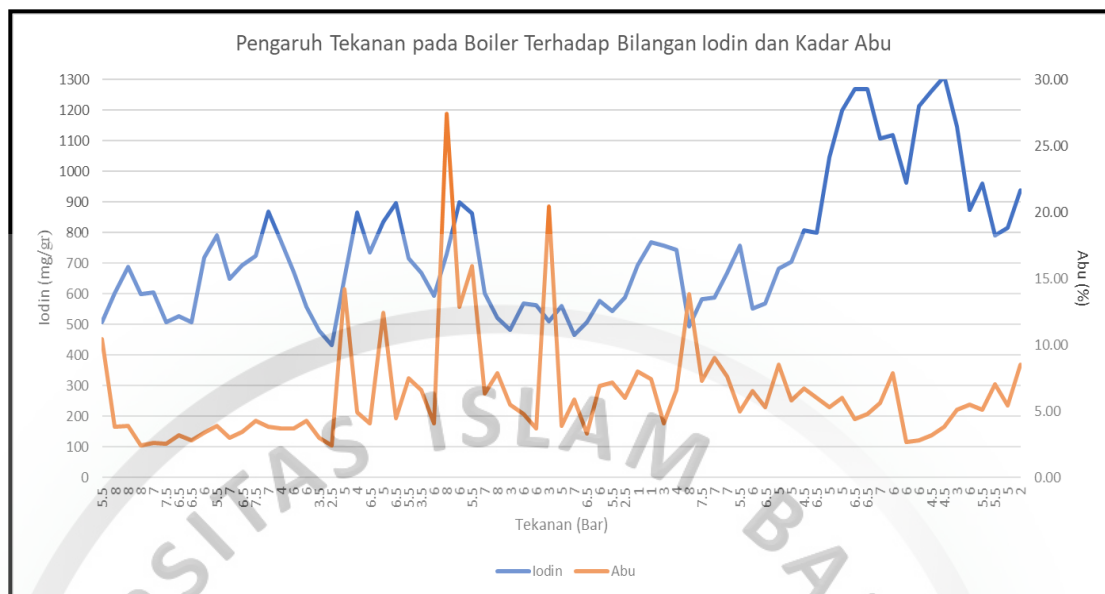
Data pada **Tabel 4.2** laju umpan bahan baku ditetapkan sebesar 100 kg/jam. Sedangkan kecepatan putaran *rotary kiln* dan *exhauster* sebesar 28 Hz dan 10 Hz. Pada kondisi ini waktu tinggal di dalam *rotary kiln* \pm 2 jam. *Exhauster* yang ditempatkan pada *output rotary kiln* berfungsi untuk membantu *transfer* panas di dalam *rotary kiln* yang bersumber dari pembakar *siklon*. Pengaruh jumlah umpan, waktu tinggal, dan suhu selama proses aktivasi berlangsung akan mempengaruhi kualitas karbon aktif. Selain itu tekanan uap yang dihasilkan dari *boiler* juga mempengaruhi kualitas karbon aktif. Hasil pengujian kualitas karbon aktif dapat dilihat dari nilai bilangan iodin dan kadar abu pada **Gambar 5.7** dan **Gambar 5.8**.



Sumber : Hasil Pengolahan Data Tugas Akhir 2019

Gambar 5.7
Pengaruh Suhu Pembakar Siklon Terhadap Bilangan Iodin dan Kadar Abu

Data pada **Gambar 5.7** menunjukkan nilai bilangan iodin tertinggi (> 1000 mg/gr) diperoleh pada suhu di pembakar *siklon* 1050°C - 1164°C . Hasil ini diperoleh pada saat laju umpan diturunkan dari 100 kg menjadi 35 kg, 50 kg, dan 75 kg. Penyebab turunnya bilangan iodin karena adanya kendala-kendala yang ada di pembakar *siklon* seperti adanya *slagging*. *Slagging* merupakan fenomena menempelnya partikel abu baik berbentuk padat maupun leburan, pada permukaan dinding penghantar panas yang terletak di dinding pembakar *siklon* sebagai akibat dari proses pembakaran. Cara mengatasi *slagging* yaitu dengan dilakukan *maintenance* dan dilakukan pembersihan di dinding pembakar *siklon* saat terjadi *slagging*. Kendala selanjutnya seperti adanya penumpukan bahan bakar batubara di pembakar *siklon*. Cara mengatasi penumpukan bahan bakar di pembakar *siklon* yaitu dengan memastikan bahan bakar batubara terbakar lalu lakukan pengumpanan secara bertahap. Kemudian kendala lainnya *exhauster* tidak berputar. Cara mengatasi *exhauster* tidak berputar yaitu dengan mengecek *bearing*. *Bearing* berfungsi untuk membatasi gerak relatif antara dua atau lebih komponen mesin agar bergerak pada arah yang diinginkan.



Sumber : Hasil Pengolahan Data Tugas Akhir 2019

Gambar 5.8
Pengaruh Tekanan Boiler Terhadap Bilangan Iodin dan Kadar Abu

Data pada **Gambar 5.8** menunjukkan nilai bilangan iodin tertinggi (> 1000 mg/gr) diperoleh pada tekanan uap di boiler 5-7 bar. Hasil ini diperoleh pada saat laju umpan diturunkan dari 100 kg menjadi 35 kg, 50 kg, dan 75 kg. Penurunan jumlah umpan pada putaran rotary kiln tetap yaitu pada 28 Hz (1680 rpm), mengakibatkan waktu tinggal lebih lama. Awalnya dengan laju umpan 100 kg/jam waktu tinggal ± 2 jam, menjadi 4-5 jam. Waktu tinggal lebih lama memberikan ruang untuk kontak antara uap dengan material bahan baku lebih lama sehingga potensi pembentukan pori-pori karbon aktif lebih maksimal. Pada kondisi bilangan iodin > 1000 mg/gr juga menunjukkan suhu di T2 relatif tinggi yaitu $> 900^{\circ}\text{C}$, dimana kecepatan *exhauster* sebesar 12 Hz (720 rpm).

Untuk hasil analisis kadar abu rata-rata diperoleh kadar abu karbon aktif berkisar antara 5-10 %. Pada **Gambar 5.8** juga tidak dapat menyimpulkan bahwa semakin tinggi kadar abu bilangan iodin semakin rendah, karena meskipun bilangan iodin tinggi terdapat karbon aktif dengan kadar abu lebih tinggi dibandingkan karbon aktif dengan bilangan iodin yang lebih rendah. Hanya disimpulkan dari seluruh data

peninjau atau nilai bilangan iodin tertinggi diperoleh pada saat suhu di zona aktivasi T2 juga tinggi ($\pm 900^{\circ}\text{C}$). Selain pengamatan pada suhu T2, untuk memperoleh nilai bilangan iodin > 1000 mg/gr data menunjukkan suhu pada di T3 dan T4 relatif tinggi dan stabil yaitu pada 500°C - 600°C . tingginya nilai bilangan iodin juga terlihat dipengaruhi oleh waktu tinggal yang lebih lama yaitu 4-5 jam.

