

# Analisis Kinerja *Kiln* dengan Menggunakan Campuran Batubara dan Sekam Padi Sebagai Bahan Bakar Alternatif pada Pabrik PT. Semen Tonasa

Muhammad Anshar<sup>1</sup>, Yiyin Klistafani<sup>2\*</sup>, dan Isdayanti Iskandar<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia  
\*yiyin\_klistafani@poliupg.ac.id

**Abstract:** *The cement industry is one of the energy intensive industries, because it absorbs a large amount of energy, and the kiln is the heart of the thermal energy system which is used as a place for combustion and clinker formation, therefore efforts are needed to determine the effect of using rice husk fuel on additional energy needed for combustion in the kiln and knowing the magnitude of the effect of adding rice husks on coal savings. This research was conducted to collect operational data of kiln which was obtained from the Central Control Room (CCR) Unit of Tonasa IV Factory of PT. Semen Tonasa. Data is taken directly on a computer which functions to regulate the operation of all production processes at the Tonasa IV Factory. The results of the analysis show that the use of rice husks has a relatively small effect on the energy produced when compared to without using rice husks. The addition of rice husk fuel does not show a significant effect on coal savings, but using rice husks can provide a calorific value of 3300 kcal / kg. In 1 kg of rice husk contains a calorific value of 3210 kcal / kg while in 1 kg of coal contains a heating value of 4910 kcal / kg, it can be seen that 1 kg of rice husk can replace approximately 1.53 kg of coal.*

**Keywords:** *Clinker, Kiln, CentralControl Room*

**Abstrak:** Industri semen merupakan salah satu industri yang bersifat energi intensif, karena menyerap energi dalam jumlah yang besar, dan kiln merupakan jantungnya dari sistem energi thermal yang digunakan sebagai tempat pembakaran dan pembentukan klinker, oleh karena itu diperlukan upaya untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan bakar sekam padi terhadap penambahan energi yang dibutuhkan untuk pembakaran pada kiln serta mengetahui besarnya pengaruh penambahan sekam padi terhadap penghematan batubara. Penelitian ini dilakukan pengambilan data operasional kiln yang didapatkan dari CentralControl Room (CCR) Unit Pabrik Tonasa IV PT. Semen Tonasa. Data diambil langsung pada komputer yang berfungsi mengatur operasional semua proses produksi di Pabrik Tonasa IV. Hasil analisis diketahui bahwa penggunaan sekam padi memberikan pengaruh yang relatif sedikit terhadap energi yang dihasilkan jika dibandingkan dengan tanpa menggunakan sekam padi. Penambahan bahan bakar sekam padi tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap penghematan batubara tetapi dengan penggunaan sekam padi dapat memberikan nilai kalor sebesar 3300 kcal/kg. Dalam 1 kg sekam padi mengandung nilai kalor sebesar 3210 kcal/kg sedangkan dalam 1 kg batu bara mengandung nilai kalor sebesar 4910 kcal/kg dengan demikian dapat dilihat bahwa dalam 1 kg sekam padi dapat menggantikan kurang lebih 1,53 kg batubara.

**Kata Kunci:** Klinker, Kiln, CentralControl Room,

## I. PENDAHULUAN

Tingginya konsumsi energi di sektor industri memungkinkan terjadinya pemborosan energi yang besar pula. Sehingga diperlukan upaya untuk dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi pada industri [1]. Di tahun 2013, kementerian ESDM mengelompokkan industri di Indonesia menjadi Sembilan kategori. Dari kesembilan kategori tersebut, industri semen dan barang galian bukan logam menduduki peringkat teratas sebagai industri mengkonsumsi energi terbesar [2].

Proses yang paling penting dalam pembuatan semen adalah pembakaran dan klinkerisasi. Selain *Kiln* sebagai “jantung” yang merupakan tempat untuk pembakaran, terdapat dua peralatan yang digunakan dalam pembuatan semen, yaitu *preheater* dan *grate cooler*. *Preheater* digunakan untuk pemanasan awal dan *grate cooler* yang digunakan untuk pendinginan mendadak *klinker*.

Kinerja ketiga unit sangat mempengaruhi kualitas *klinker* yang akan dihasilkan dalam proses tersebut. Oleh sebab itu, kerja optimal dari ketiga unit tersebut sangat diharapkan karena akan menghasilkan mutu klinker yang berkualitas sehingga akan didapat semen yang berkualitas juga [3]. Untuk meningkatkan kinerja dari ketiga alat tersebut, maka dibutuhkan bahan bakar yang dapat mendukung proses tersebut, baik secara finansial maupun energi yang dihasilkannya [4].

PT. Semen Tonasa Tbk menggunakan bahan bakar batubara sebagai bahan bakar utama dan *Industrial Diesel Oil* (IDO) yang digunakan untuk *start up*. Sumber energi ini merupakan sumber energi yang tidak bisa diperbaharui sehingga diperkirakan dalam beberapa tahun mendatang persediaan akan habis. Untuk mengantisipasi hal itu, PT. Semen Tonasa Tbk sedang melakukan penggunaan bahan bakar alternatif menggunakan limbah biomassa sebagai bahan bakar tambahan, seperti sekam padi, serbuk kayu, cangkang kelapa sawit, jambu mete, dll. Namun dalam hal ini limbah biomassa yang akan digunakan adalah sekam padi.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [5] dalam penelitian kasusnya yang menjadikan Pabrik Indarung IV PT. Semen Padang (Persero) sebagai bahan acuan penelitian yang berjudul “Analisis Energi Pada Sistem *Rotary Kiln* Unit Indarung IV, PT. Semen Padang” dapat dilihat bahwa besarnya batubara yang diumpangkan ke *rotary kiln* tergantung pada jumlah *kiln feed* yang diumpangkan. Semakin banyak *kiln feed* yang masuk ke *rotary kiln* maka batubara yang diumpangkan juga banyak, begitu juga jumlah massa udara pembakaran yang masuk ke *rotary kiln* bergantung pada jumlah batubara yang diumpangkan, semakin banyak batubara diumpangkan ke dalam *rotary kiln* maka jumlah massa udara yang masuk ke dalam *rotary kiln* juga bertambah banyak.

Berdasarkan latar belakang di atas, pada studi kasus ini dilakukan kajian analisis kinerja *kiln* terhadap penggunaan bahan bakar sekam padi sebagai bahan bakar alternatif pada Pabrik PT. Semen Tonasa.

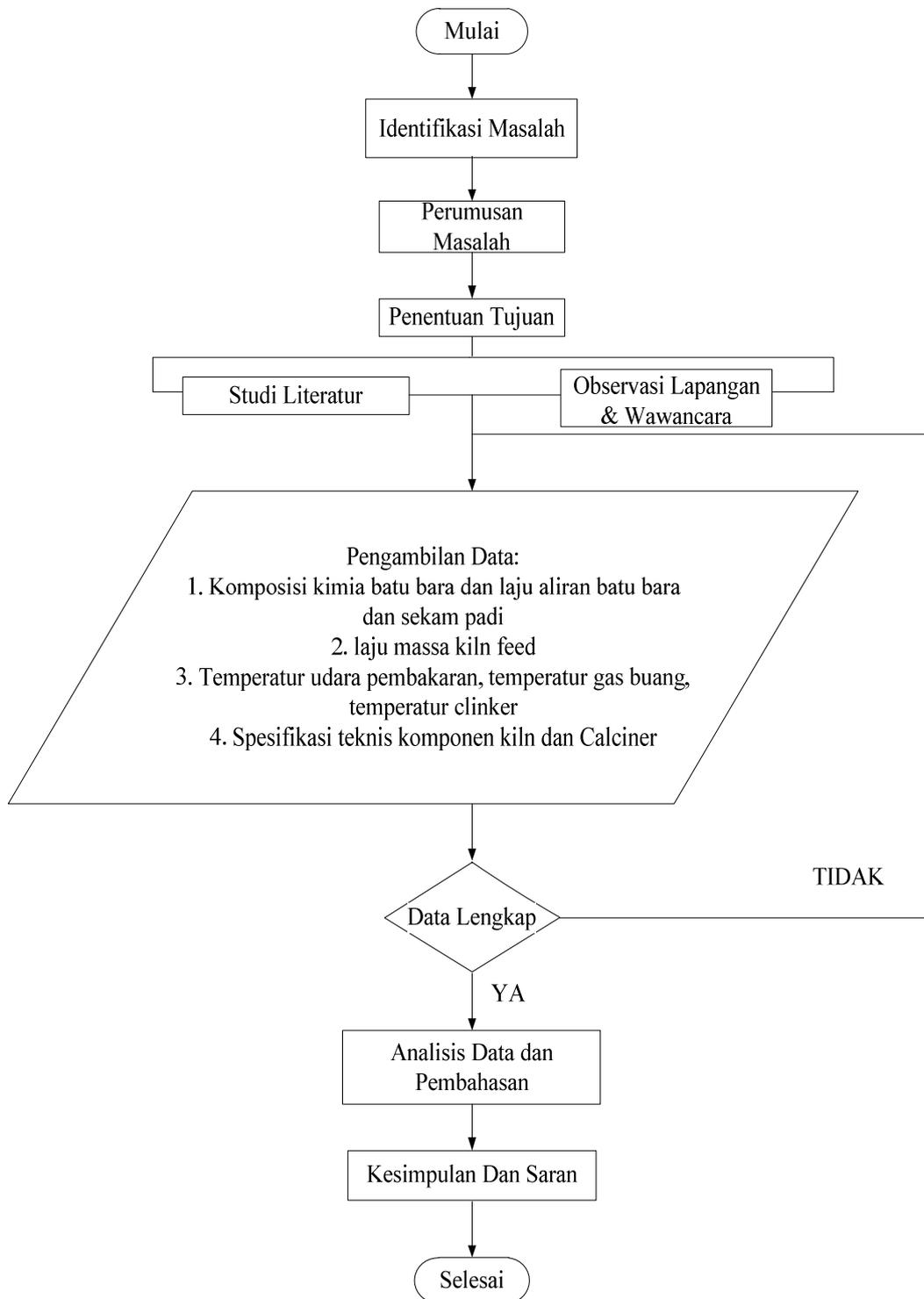
## II. METODE PENELITIAN

### A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian “Analisis Kinerja Kiln dengan Menggunakan Campuran Batubara dan Sekam Padi Sebagai Bahan Bakar Alternatif pada Pabrik PT. Semen Tonasa” dilakukan di PT. Semen Tonasa yaitu pada Pabrik Unit IV PT. Semen Tonasa khususnya pada area sistem *Rotary Kiln*. Waktu yang digunakan untuk melakukan penelitian ini dimulai pada bulan Juli s.d bulan September 2020.

### B. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan. Tahapan-tahapan tersebut sesuai dengan *flowchart* berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Analisis Nilai Kalor Bahan Bakar

Batubara adalah sumber energi yang paling besar untuk pembakaran di dalam *Rotary Kiln*, jumlah massa batubara yang masuk ke *Rotary Kiln* dapat dilihat pada *daily report* Pabrik IV PT. Semen Tonasa. Jenis batubara yang digunakan pada PT. Semen Tonasa adalah batubara jenis *Sub-bituminus dan Bituminus* [6]. Komposisi batubara yang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Komposisi Kimia Batubara pada PT. Semen Tonasa

Unsur	%
C	60.74
H	5.49
O	27.73
N	0.56
S	0.07

Menurut [7] Nilai *proximate*, *multimate* dan nilai kalor, dilakukan analisis untuk menentukan kualitas sekam padi sebagai bahan bakar untuk pembangkit listrik. Analisis proksimat dilakukan untuk memastikan kelembaban, abu, bahan yang mudah menguap dan tetap karbon. Sedangkan analisis multimate dilakukan untuk menentukan karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan isi belerang. Analisis nilai kalor (CV) adalah dilakukan untuk menentukan jumlah energi yang terkandung pada sekam padi.

Nilai kalor atau CV adalah kriteria yang sangat penting untuk menilai kualitas bahan bakar yang dapat digunakan untuk pembangkit listrik. Analisis proximate adalah dilakukan di bawah ASTM D 3172 - 3175 dan ISO 565 prosedur standar, sedangkan analisis multimate adalah dilakukan di bawah ASTM D 3176, ASTM D 4239 dan Prosedur standar ASTM D 5373. Pengujian nilai kalor sekam padi didasarkan pada standar ASTM D. 5865 prosedur menggunakan kalorimeter Bom [8].

Tabel 2. Analisis Proximate dan Ultimate Sekam Padi

Parameter	Experiment result	Results of previous study			
		(Kuprianov, et al.,2006)	(Chungsangunsit, et al.,2013)	(Rozainee, et al.,2010)	(Ghani, et al., 2009)
Calorific Value (MJ/kg)	13.44	12.34	13.16	13.30	13.50
Proximate Analysis (%)					
Moisture Content (MC)	10.46	11.00	11.94	10.1	11.00
Volatile matter content (VC)	55.62	58.00	59.87	64.1	60.70
Fixed Carbon Content (FC)	14.81	18.01	18.56	11.1	15
Ash Content	19.11	12.99	14.22	14.7	24.30
Ultimate analysis (%)					
Carbon content (C)	39.28	44.99	38.23	37.8	36.20
Hydrogen content (H)	5.08	6.39	5.80	5.0	5.71
Nitrogen content (N)	0.64	0.42	1.21	0.6	0.10
Oxygen content (O)	35.81	48.15	40.50	40.3	57.99
Sulphur (S)	0.08	0.05	0.04	0.08	0.06
Ash Content	19.11	12.99	14.22	14.17	24.03

#### Langkah Analisa Data

Untuk menghitung nilai kalor bahan bakar dapat menggunakan rumus:

$$Q_{\text{bahan bakar}} = HHV_{\text{bahan bakar}} \times m_{\text{bahan bakar}}$$

## B. Pembahasan

Tabel 3. Hasil Analisis Perhitungan Energi Bahan Bakar Penggunaan Batubara dengan Sekam Padi

Tanggal	$m_{\text{batubara}}$	$m_{\text{sekam padi}}$	HHV <sub>batubara</sub>	HHV <sub>sekam padi</sub>	Temp. Top Calciner	Kalor (kcal/h)		Q total
	kg/h	kg/h	kcal/h	kcal/h	°C	Q <sub>bb</sub> batubara	Q <sub>bb</sub> sekam padi	kcal/h
1-Mei-20	41.700	1958,333	4.910	3.210	846,35	204747000	6285180	211032180
2-Mei-20	41.710	960	4.910	3.210	847	204796100	3081600	207877700
3-Mei-20	42.240	1185,417	4.910	3.210	857,4	207398400	3805189	211203589
4-Mei-20	39.420	1871,25	4.910	3.210	854,8	193552200	6006713	199558913
5-Mei-20	41.880	672,5	4.910	3.210	851,26	205630800	2158725	207789525
6-Mei-20	41.720	976,25	4.910	3.210	849,75	204845200	3133763	207978963
7-Mei-20	41.390	1034,583	4.910	3.210	855,54	203224900	3321011	206545911
8-Mei-20	41.520	77,083	4.910	3.210	857,51	203863200	247436.4	204110636
9-Mei-20	40.820	1416,667	4.910	3.210	853,98	200426200	4547501	204973701
10-Mei-20	40.590	3099,583	4.910	3.210	855,28	199296900	9949661	209246561
11-Mei-20	41.550	2755,833	4.910	3.210	854,79	204010500	8846224	212856724
12-Mei-20	37.150	2530,833	4.910	3.210	879,98	182406500	8123974	190530474
13-Mei-20	41.430	4037,917	4.910	3.210	861,82	203421300	12961714	216383014
14-Mei-20	40.580	3465,833	4.910	3.210	857,07	199247800	11125324	210373124
15-Mei-20	41.380	1558,333	4.910	3.210	857,23	203175800	5002249	208178049
16-Mei-20	40.960	1725,417	4.910	3.210	855,25	201113600	5538589	206652189
17-Mei-20	40.110	3597,917	4.910	3.210	855,88	196940100	11549314	208489414
18-Mei-20	39.580	2150,417	4.910	3.210	858,29	194337800	6902839	201240639
19-Mei-20	40.080	4615,833	4.910	3.210	848,4	196792800	14816824	211609624
20-Mei-20	41.160	2610	4.910	3.210	855,03	202095600	8378100	210473700
21-Mei-20	40.170	4007,917	4.910	3.210	851,01	197234700	12865414	210100114
22-Mei-20	40.810	-	4.910	3.210	855,34	200377100	-	200377100
23-Mei-20	40.400	-	4.910	3.210	857,32	198364000	-	198364000
24-Mei-20	36.650	-	4.910	3.210	870,9	179951500	-	179951500
25-Mei-20	34.260	-	4.910	3.210	861,21	168216600	-	168216600
26-Mei-20	29.930	-	4.910	3.210	879,94	146956300	-	146956300
27-Mei-20	37.780	898,333	4.910	3.210	867,16	185499800	2883649	188383449
28-Mei-20	36.680	1428,75	4.910	3.210	862,42	180098800	4586288	184685088
29-Mei-20	39.090	982,083	4.910	3.210	859,33	191931900	3152486	195084386
30-Mei-20	39.090	2052,083	4.910	3.210	856,33	191931900	6587186	198519086
31-Mei-20	36.160	4072,083	4.910	3.210	856,33	177545600	13071386	190616986
Rata-rata								200269652.9

Sebagai bahan analisis untuk melihat pengaruh perbandingan sekam padi terhadap energi yang dibutuhkan pada *kiln* dengan penggunaan batu bara, maka dapat diambil data sebagai berikut:

Tabel 2 Analisis Perbandingan Sekam Padi Terhadap Energi yang Dibutuhkan pada Kiln dengan Penggunaan Batubara

Tanggal	$m_{\text{batubara}}$	$m_{\text{sekam padi}}$	$\text{HHV}_{\text{batubara}}$	$\text{HHV}_{\text{sekam padi}}$	Temp. Top Calciner	Kalor (kcal/h)		Q total kcal/h
	kg/h	kg/h	kcal/h	kcal/h	°C	$Q_{\text{bb batubara}}$	$Q_{\text{bb sekam padi}}$	
9-Mei-20	40.820	1.416,667	4.910	3.210	853,98	200.426.200	4.547.501	204.973.701
10-Mei-20	40.590	3.099,583	4.910	3.210	855,28	199.296.900	9.949.661	209.246.561
22-Mei-20	40.810	-	4.910	3.210	855,34	200.377.100	-	200.377.100
23-Mei-20	40.400	-	4.910	3.210	857,32	198.364.000	-	198.364.000
24-Mei-20	36.650	-	4.910	3.210	870,9	179.951.500	-	179.951.500
25-Mei-20	34.260	-	4.910	3.210	861,21	168.216.600	-	168.216.600
26-Mei-20	29.930	-	4.910	3.210	879,94	146.956.300	-	146.956.300
27-Mei-20	37.780	898,333	4.910	3.210	867,16	185.499.800	2.883.649	188.383.449
28-Mei-20	36.680	1.428,75	4.910	3.210	862,42	180.098.800	4.586.288	184.685.088
29-Mei-20	39.090	982,083	4.910	3.210	859,33	191.931.900	3.152.486	195.084.386
30-Mei-20	39.090	2.052,083	4.910	3.210	856,33	191.931.900	6.587.186	198.519.086
31-Mei-20	36.160	4.072,083	4.910	3.210	856,33	177.545.600	13.071.386	190.616.986
Rata-rata								188.466.142

1. Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Sekam Padi Terhadap Penambahan Energi yang Dibutuhkan Untuk Pembakaran pada Kiln.

Dilihat dari Tabel 4.4 yang merupakan hasil analisis kalor pada penggunaan bahan bakar batubara dengan sekam padi, menunjukkan bahwa penggunaan sekam padi tidak memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap nilai kalor yang dihasilkan jika dibandingkan dengan tanpa menggunakan sekam padi. Pada penggunaan sekam padi kalor tertinggi yang dihasilkan dapat mencapai sebesar 209.246.561 kcal/h pada tanggal 9 Mei 2020. Sedangkan untuk penggunaan batubara kalor terbesar yang dihasilkan adalah sebesar 200.377.100 kcal/h pada tanggal 22 Mei 2020. Untuk kalor terendah yang dihasilkan pada penggunaan sekam padi diperoleh pada tanggal 28 Mei 2020 sebesar 184.685.088 kcal/h dan tanpa penggunaan sekam padi menghasilkan kalor sebesar 146.956.300 kcal/h pada tanggal 26 Mei 2020. Lama pengambilan data adalah 12 hari, dimana dalam selang 12 hari tersebut penggunaan sekam padi sebagai bahan bakar alternatif sebanyak 7 hari, dan tanpa penggunaan sekam padi adalah sebanyak 5 hari diperoleh nilai rata-rata kalor sebesar 188.466.142 kcal/h.

2. Besar Pengaruh Penggunaan Sekam Padi Terhadap Penghematan Batubara

Dilihat dari hasil pengambilan data bahwa penggunaan sekam padi tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penghematan batubara yang digunakan. Namun dalam hal ini, penggunaan sekam padi sebagai bahan bakar alternatif digunakan agar dapat mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan batubara yang suatu saat akan habis. Penggunaan sekam padi dapat menyumbang panas kurang lebih 3300 kcal/kg, walaupun jumlah kalornya sedikit dari jumlah kalor bahan bakar batubara yang kurang lebih 4200-5500 kcal/kg. Dilihat dari nilai kalor

bahan bakar yang digunakan, dalam 1 kg batu bara mengandung nilai kalor sebesar 4910 kcal/kg dan dalam 1 kg sekam padi mengandung nilai kalor sebesar 3210 kcal/kg, maka

$$\begin{aligned}
 Q_{bb\text{batubara}} &= Q_{bb\text{sekam padi}} \\
 CV_{\text{batubara}} \times m_{\text{batubara}} &= CV_{\text{sekam padi}} \times m_{\text{sekam padi}} \\
 4910 \text{ kcal/kg} \times 1 \text{ kg} &= 3210 \text{ kcal/kg} \times m_{\text{sekam padi}} \\
 m_{\text{sekam padi}} &= \frac{4910 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \times 1 \text{ kg}}{3210 \text{ kcal/kg}} \\
 m_{\text{sekam padi}} &= 1,53 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Untuk menghasilkan nilai kalor sekam padi yang sama dengan nilai kalor batubara dibutuhkan besar flow sekam padi sebanyak 1,53 kg sehingga menghasilkan nilai kalor yang sama pada saat penggunaan 1 kg batubara. Oleh sebab itu, semakin banyak pemakaian sekam padi maka semakin banyak penghematan bahan bakar batu bara. Pabrik PT. Semen Tonasa telah mengupayakan untuk pemanfaatan sekam padi sebagai energi terbarukan dan mengurangi energi fosil, walaupun penggunaannya belum optimal. Salah satu faktor karena keterbatasan pengangkutan sekam padi sehingga volume sekam padi yang digunakan masih sangat terbatas. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik semen yang mejadi objek penelitian dengan penggunaan sekam padi sebagai bahan bakar alternatif dikatakan tidak efisien. Penyebabnya adalah penggunaan bahanbakar alternatif yang masih pada kisaran 5%. Berbagainegara di duniaterutama benua Eropa, telah menggunakan bahanbakar alternatif hingga 85%.

#### IV. KESIMPULAN

##### a. Kesimpulan

1. Penggunaan bahan bakar sekam padi terhadap penambahan energi yang dibutuhkan untuk pembakaran pada *kiln* tidak memberikan pengaruh yang signifikan dibandingkan penggunaan batubara tanpa sekam padi.
2. Penambahan bahan bakar sekam padi tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap penghematan batubara tetapi dengan penggunaan sekam padi dapat memberikan nilai kalor sebesar 3300 kcal/kg. Penggunaan 1 kg batubara dapat menggantikan sekitar 1,53 kg sekam padi pada pembakaran *kiln*.

##### b. Saran

1. Bagi peneliti selanjutnya dapat melakukan analisis massa dan energi input maupun output terhadap semua komponen di sistem *kiln* sehingga dapat diketahui pengaruh bahan bakar terhadap kinerja *kiln*.
2. Untuk Peneliti berikutnya diharapkan melakukan koordinasi dengan pihak operator dalam hal pengambilan data sehingga data lebih akurat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anitra, Novi. 2010. *Laporan Praktek Kerja pabrik semen PT. Semen Gresik (persero) Tbk Pabrik Tuban*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik UniversitasSebelas Maret. Surakarta.
- [2] Ayu, Riska. 2016. *Audit Energi Pada Dry Process Rotary Kiln System DI Pabrik Semen*. Jurusan Teknik Fisika, Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- [3] Carela, Amelia. 2012. *Laporan Kerja Praktek di PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk*. Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang.

236 *Muhammad Anshar, Yiyin Klistafani, Isdayanti Iskandar. Analisis Kinerja Kiln dengan Menggunakan Campuran Batubara dan Sekam Padi Sebagai Bahan Bakar Alternatif pada Pabrik PT. Semen Tonasa*

- [4] Zakaria, Ahmad Rozi. 2012. *Evaluasi Efisiensi Energi Sistem Kiln pada Industri Semen*. Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang.
- [5] Wahyu dan Ruzita Sumiati. 2009. *Analisis Energi Pada Sistem Rotary Kiln Unit Indarung IV, PT. Semen Padang*. Jurnal Teknik Mesin. Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Padang. Padang.
- [6] Iswahyudi. 2019. *Cement Manufacturing Process Hand book*. PT. Semen Tonasa. Pangkep, Sulawesi Selatan.
- [7] Anshar Muhammad, dkk. 2015. *Ekectrikal Energi Potential Of Rice Husk As Fuel For Power Generation In Indonesia*. Politeknik Negeri Ujung Pandang, Sulawesi Selatan. Indonesia.
- [8] Patel SK, Kumar M. 2009. *Electrikal Power Generation Potential Of Paddy Waste*.